MEDEDEELING VAN DE WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE VOOR ADVIES EN ONDERZOEK IN HET BELANG VAN DE VOLKSWELVAART EN WEERBAARHEID

ONDERZOEK NAAR HET VERBAND TUSSCHEN DE WEERSGESTELDHEID EN DE AARDAPPELZIEKTE (PHYTOPHTHORA INFESTANS) EN NAAR DE EIGENSCHAPPEN, DIE DE VATBAARHEID DER KNOLLEN VOOR DEZE ZIEKTE BEPALEN

DOOR

DR MARIE P. LÖHNIS

IMPERIAL MYCOLOGICAL INSTITUTE 22 AUG. 1934

WITH A SUMMARY:

An investigation on the relation between the weather conditions and the occurrence of Potato Blight (Phytophthora infestans); and on the qualities that determine the degree of susceptibility of the tubers for this disease.

MEDEDEELING VAN DE WETENSCHAPPELIJKE COMMISSIE VOOR ADVIES EN ONDERZOEK IN HET BELANG VAN DE VOLKSWELVAART EN WEERBAARHEID

ONDERZOEK NAAR HET VERBAND TUSSCHEN DE WEERSGESTELDHEID EN DE AARDAPPELZIEKTE (PHYTOPHTHORA INFESTANS) EN NAAR DE EIGENSCHAPPEN, DIE DE VATBAARHEID DER KNOLLEN VOOR DEZE ZIEKTE BEPALEN

WITH A SUMMARY IN ENGLISH

DOOR

Dr MARIE P. LÖHNIS

Aanvragen voor exemplaren zijn te richten tot het Phytopathologisch Laboratorium Willie Commelin Scholten, Baarn, onder toezending van f 1.—

Copies are to be applied for at the Phytopathological Laboratory Willie Commelin Scholten, Baarn (Holland). Price f 1— (1 guilder) postage free.

INHOUD

INLEIDING 1

HOOFDSTUK I. **Het verband tusschen de weersgesteldheid en het verloop eener epidemie van aardappelziekte**

§ 1. HET VERBAND MET HET OOGENBLIK VAN UITBREKEN. . . 3
a. Aanleiding tot het onderzoek — *b*. Opzet van het onderzoek — *c*. Bepaling van den incubatietijd — *d*. Analyse van de weersgesteldheid — *e*. Verwerking van de weerscijfers — *f*. Uitkomst der vergelijking van de laatste 3 dagen en de laatste decade met de 4 voorafgaande — *g*. Vergelijking van de gevonden frequenties in de laatste decade met de meteorologische gemiddelden

§ 2. DE WEERSGESTELDHEID TIJDENS EEN SNELLE UITBREIDING DER ZIEKTE 17

§ 3. INVLOED VAN HET WEER OP DEN TOTALEN DUUR EENER EPIDEMIE 18

§ 4. BESPREKING DER UITKOMSTEN 19

HOOFDSTUK II. **Veldproeven ter bepaling van het oogenblik waarop sproeiïng met Bordeauxsche pap het meeste effect heeft**

§ 1. INRICHTING DER PROEVEN. 21
a. Inleiding — *b*. Inrichting van het proefveld in den Y-polder — *c*. Wijze waarop de perceelen voor de mate van aantasting van het loof gekeurd werden — *d*. Bepaling van de grootte van de opbrengst — *e*. Invloed van uitwendige omstandigheden

§ 2. UITKOMSTEN DER PROEVEN IN DEN IJPOLDER EN IN DEN WILHELMINAPOLDER 24
a. Gestelde vragen — *b*. Uitkomsten 1919 — *c*. 1920. Invloed op de loofaantasting — *d*. 1920. Invloed op de opbrengst — *e*. Uitkomsten 1921 — *f*. 1922. Invloed op de loofaantasting — *g*. 1922. Invloed op de opbrengst — *h*. 1922. Sproeiproef in den Wilhelminapolder — *i*. 1923. Invloed op loofaantasting en opbrengst

§ 3. OVERZICHT VAN DE RESULTATEN IN 1920, 1922 EN 1923 VERKREGEN 45

HOOFDSTUK III. **Knolinfectie en knolvatbaarheid**

§ 1. BEPALING VAN DEN VATBAARHEIDSGRAAD VAN AARDAPPELPLANTEN UIT VELDWAARNEMINGEN 46

§ 2. EIGENSCHAPPEN DIE DE MATE VAN KNOLVATBAARHEID DER VARIËTEITEN BEPALEN 50

a. Stand van het vraagstuk — *b*. Dikte van de kurklaag — *c*. Infectie mogelijkheid op het kurkcambium — *d*. Verschil in snelheid van groei in het parenchym

§ 3. DE INFECTIEWEG VAN DE SCHIMMEL IN DEN KNOL. . . . 59

a. Stand van het vraagstuk — *b*. Bepaling van den infectieweg door kunstmatige infecties — *c*. Infectieweg door de lenticellen — Methode van onderzoek. Onderzoek bij verschillende variëteiten op klei en op zand gegroeid. Onderzoek van Eigenheimers op verschillende groeiplaatsen — *d*. Infectieweg door de oogen

§ 4. VERGELIJKING DER RESULTATEN VAN KUNSTMATIGE INFECTIES MET VELDWAARNEMINGEN 80

HOOFDSTUK IV. **Onderzoek naar het soort van eigenschap welke de resistentie in de kurkcambiumlaag kan veroorzaken** 84

HOOFDSTUK V. **Anatomisch onderzoek naar den infectieweg door de oogen**

§ 1. BOUW VAN DEN KNOP 88

§ 2. TOEGANGSWEG VAN PHYTOPHTHORA INFESTANS IN DEN KNOP 90

HOOFDSTUK VI. **Onderzoek naar het oogenblik van de knolbesmetting**

§ 1. BESMETTING IN DEN AKKER 93

a. De ontwikkeling van Phytophthora infestans in den grond *b*. Het oogenblik van besmetting van de knollen

§ 2. BESMETTING VAN GEZONDE KNOLLEN DOOR ZIEKE TIJDENS BEWAREN 98

a. Besmetting door rooiwonden — *b*. Besmetting van gave knollen tijdens bewaren

HOOFDSTUK VII. **Mate van vatbaarheid van het loof**

§ 1. ONDERZOEK VAN EEN METHODE TER BEPALING VAN DE BLADVATBAARHEID 101

§ 2. ONDERZOEK NAAR DEN SAMENHANG VAN HET GEDRAG DER STOMATA EN DE MATE VAN BLADVATBAARHEID 103

CONCLUSIES 105

LITTERATUURLIJST 109

SUMMARY 111

INLEIDING

Het volgend onderzoek is uitgevoerd naar aanleiding van een opdracht mij gedaan door de Subcommissie voor Plantenziekten van de Wetenschappelijke Commissie voor Advies en Onderzoek. De opdracht hield in het onderzoek naar den invloed, welke de weersgesteldheid uitoefent op het oogenblik van uitbreken van Phytophthora infestans op de aardappelplant. De aanstelling heeft geloopen van 1 Januari 1919—31 December 1823. De wetenschappelijke leiding was in handen van Prof. Dr. Joh[a]. Westerdijk, een leiding waarbij mij naast veel hulp groote zelfstandigheid werd gelaten, en waarvoor ik haar in alle opzichten dankbaar ben.

Door den Heer Hoofddirecteur van het Koninklijk Nederlandsch Meteorologisch Instituut is mij alle mogelijke medewerking gegeven bij de bewerking van de meteorologische zijde van het vraagstuk, waarvoor ik hem hier gaarne dank zeg.

In de zomers van 1919 en 1920 heb ik het onderzoek verricht op terrein van den Heer G. Kruseman, econoom te Halfweg, welke hiertoe alle mogelijke hulp heeft verleend. Voor het onderzoek was een zeer eenvoudig houten laboratorium gezet, dat als veldlaboratorium in den zomer zeer goede diensten heeft bewezen. In de winters van 1919—20 en 1920—21 heb ik een zeer gewaardeerde werkplaats gevonden in het Laboratorium voor Microbiologie, toenmaals nog onder directie van Prof. Beijerinck, waar ik het toen nog schaarsche microscopische materiaal bewerkt heb.

Na den zomer van 1920 bleek het, dat naast bestudeering van de weersgesteldheid en bepaling van het effect van sproeiing met Bordeauxsche pap op verschillend tijdstip ter beteugeling van de ziekte er vele andere vragen rezen.

Deze vragen betroffen de oorzaak van het verschil in knolvatbaarheid van aardappelvariëteiten; het waren vragen, waarop het antwoord practische beteekenis beloofde, maar welke slechts door nauwkeurig laboratoriumonderzoek oplosbaar schenen.

Aan Mej. M. Kruseman, biol. doct[a]. is toen het practisch werk in den

zomer in Halfweg opgedragen, terwijl ik het echte laboratorium werk in het hiertoe volledig uitgeruste Laboratorium Willie Commelin Scholten te Baarn verrichtte, waar ik alle mogelijke hulp en medewerking vond. Het proefveld van het Laboratorium was grootendeels ter mijner beschikking, en de stichting zeg ik hiervoor gaarne dank. Mej. Kruseman heeft haar aandeel van het onderzoek verricht op het terrein van den Heer Kruseman. Waarnemingen en becijferingen in Hoofdstuk II gepubliceerd zijn voor 1921—23 door haar uitgevoerd.

In 1922 bleek het, dat de vergelijking van het gedrag van knollen van eenzelfde variëteit op klei- en zandgrond gegroeid een goede werkmethode was voor het vaststellen van den weg, waarlangs de knollen besmet worden. Hiermee samenhangend konden de eigenschappen bestudeerd worden, die de mate van knolvatbaarheid beïnvloeden. De vergelijkende proeven hieromtrent op den kleigrond zijn toen steeds door Mej. Kruseman genomen en de mate van vatbaarheid der variëteiten uit veldwaarnemingen bepaald. Getracht werd zooveel mogelijk volgens geheel gelijke methode te werken, zoodat de proefnemingen op klei en zandgrond werkelijk vergelijkbare resultaten konden opleveren. Als uitslag der proefnemingen is een methode gevonden, waarbij in de practijk zeer gemakkelijk variëteiten met resistente knollen herkend kunnen worden, ook zonder dat deze in den akker aan besmetting zijn blootgesteld geweest.

Het mag misschien den indruk wekken, dat ik ver van mijn uitgangspunt, het verband tusschen de weersgesteldheid en de aardappelziekte ben afgedwaald, maar men kan niet eenige jaren achtereen aan dezelfde vraag werken, zonder dat nieuwe vragen zich voordoen. Vooral toen het bleek, dat de bestudeering der weersgesteldheid geen practisch bruikbare resultaten opleverde, werd naar andere aangrijpingspunten gezocht, die wèl practische beteekenis konden hebben.

De indeeling van het onderzoek is als volgt:

In hoofdstuk I is het verband tusschen de weersgesteldheid en het oogenblik van uitbreken en de snelheid van uitbreiding behandeld.

Veldproeven ter bepaling van het nuttig effect, dat de sproeiing met Bordeauxsche pap heeft, zijn in hoofdstuk II beschreven.

In hoofdstuk III, IV en V is de uitslag van een laboratorium onderzoek over knolinfectie en knolvatbaarheid te vinden. Zooveel mogelijk zijn de resultaten aan veldwaarnemingen getoetst.

In de twee laatste hoofdstukken zijn beknopte onderzoekingen over het oogenblik van knolbesmetting en over de graad van loofvatbaarheid opgenomen.

September 1924.

HOOFDSTUK I

HET VERBAND TUSSCHEN DE WEERSGESTELDHEID EN HET VERLOOP EENER EPIDEMIE VAN AARDAPPELZIEKTE

§ 1. Het verband met het oogenblik van uitbreken

a. Aanleiding tot het onderzoek. De aanleiding tot het doen uitvoeren van dit onderzoek was een dergelijk onderzoek in Hongarije verricht voor Plasmopara viticola, de schimmel, die de in wijnbouwende streken zoozeer gevreesde valsche meeldauw op den wijn veroorzaakt. Deze ziekte wordt door besproeiing met Bordeauxsche pap bestreden en in verband hiermede is getracht het oogenblik te vinden, waarop de sproeiing het grootste effect heeft. Door bepaling van den incubatietijd en analyse der weersgesteldheid is een bruikbare basis gevonden om het oogenblik van uitbreken en het oogenblik van hevig doorgaan in groote lijnen te kunnen voorspellen. Voor de practijk kon hierdoor een waarschuwingsdienst voor het sproeien georganiseerd worden en een incubatiekalender uitgegeven, waarin de wijnbouwer een handleiding heeft voor de bepaling van het gunstigst oogenblik voor sproeiingen. (Karl Müller (13—16) Istvánffi en Pálinkás (7).

Gemeend is, dat iets dergelijks ook mogelijk zou kunnen zijn voor de bestrijding van de aardappelziekte. Vooral toen in de oorlogsjaren de sproeiing wegens schaarschte aan $CuSO_4$ achterwege moest blijven en in 1916 een hevige epidemie optrad, bleek weer zeer duidelijk de geweldige schade aan de opbrengst, die Phytophthora infestans kan veroorzaken.

Het eenige, dat in de litteratuur over het verband van aardappelziekte en de weersgesteldheid te vinden is, is een stuk van Lutman (11). De schrijver legt echter den nadruk op de factoren, die met een hevige epidemie correleeren; hij gaat echter niet de weersgesteldheid na, waarbij de eerste Phytophthora vlekken in den akker gezien worden.

b. Opzet van het onderzoek. Bij alle practici is uit erva-

ring bekend het zg. aardappelziekte-weer, warm en vochtig. De vraag was nu of uit de gegevens omtrent de weersgesteldheid, zooals zij vanuit het Meteorologisch Instituut over het geheele land verzameld worden, dit weder nader te bepalen zou zijn, zoodat bij een samenkomen van zekere factoren gemeld zou kunnen worden, dat gevaar voor uitbreken van de aardappelziekte dreigde.

Hiertoe moesten nauwkeurige gegevens verzameld worden over het tijdstip van eerste verschijnen der aardappelziekte. Gegevens hieromtrent voor vroegere jaren waren niet beschikbaar. Globaal is wel in de landbouwverslagen te vinden of de aardappelziekte vroeg of laat optrad, schadelijk was of niet, maar hieruit iets af te leiden over het juiste moment van uitbreken was niet mogelijk.

En ook wanneer men de gegevens opzettelijk verzamelen wil, is dit niet zoo eenvoudig. Het is gemakkelijk genoeg te vernemen „de aardappelziekte is er", wanneer deze eenmaal verspreid is, wat bij warm, vochtig weer zeer snel kan gaan, maar voor bericht van waarneming over de eerste vlek moet men zeer betrouwbare landbouwers in den arm nemen, die ook in den drukken zomertijd tijd en belangstelling genoeg hebben om zoo nauwkeurig te letten op iets, dat hun directe belang oogenblikkelijk niet raakt. Ik had het voorrecht vele zéér betrouwbare medewerkers te vinden, van wie ik, na persoonlijk de zaak met hen besproken te hebben, in 1919 en 1920 bericht van waarneming, met als controle een ziek blaadje ontving. In 1921—23 werden waarnemingen uit Halfweg, Baarn, Wilhelminapolder en Sommelsdijk verwerkt.

In het geheel werden 30 waarnemingen omtrent den datum van het eerste uitbreken verzameld. In Baarn in 1922, toen Phytophthora zeer laat optrad, had ik een plant in mijn proefveld kunstmatig geïnfecteerd.29 Juli verscheen aan de andere zijde van het proefveld een ziek blaadje; of dit echter als een eerste uitbreken of als een secundaire verspreiding aan te merken is, moet onbeslist blijven.

De gegevens omtrent de weersgesteldheid zijn in Halfweg grootendeels zelf verzameld met instrumenten afgestaan door het Kon. Ned. Meteorologisch Instituut. Een thermometerhut werd gebruikt, die lager gesteld werd dan op de gebruikelijke hoogte, nl. 30 c.M. boven den grond. In Baarn werden de neerslag en maximum en minimum temperatuur gemeten. De overige waarnemingen zijn uit de jaarboeken van het Kon. Ned. Met. Instituut genomen en vele ook uit afschriften, mij welwillend door het Met. Inst. verstrekt.

In Tab. 1 waarin de waarnemingen chronologisch volgens het oogenblik van uitbreken gerangschikt staan, is telkens aangegeven uit welke plaats de verwerkte cijfers stammen.

Uitgegaan werd van het denkbeeld, dat gezocht moest worden naar

TABEL I. Waarnemingen omtrent het eerste oogenblik van zichtbaar worden van Phytophthora in het veld.

Records of the date on which the first blighted leaf in the field was observed.

N°	Plaats van uitbreken	jaartal	datum	Plaats van waarneming voor			Aantal decaden
				Vochtigh. en dampdruk	Temp.	Neerslag	
1	Berlikum	1919	20/7	Leeuwarden	id.	Leeuwarden	5
2	Halfweg	„	22/7	Halfweg	id.	Halfweg	4
3	Kloetinge	„	27/7	Goes	id.	Goes	5
4	Dordrecht	„	29/7	Oudenbosch	id.	O. Beyerland	5
5	L. V. Parochie	„	30/7	Leeuwarden	id.	St. Anna Par.	5
6	Wolfaartsdijk	„	30/7	Goes	id.	Goes	5
7	Hallum	„	1/8	Leeuwarden	id.	Hallum	5
8	Biggekerke	„	5/8	Vlissingen	id.	Westkapelle	5
9	Koudekerke	1920	26/5	Vlissingen	id.	Westkapelle	2
10	Engelum	„	30/5	Leeuwarden	id.	Leeuwarden	2
11	's Heer Arendskerke	„	1/6	Goes	id.	Goes	2
12	O. Beyerland	„	6/6	Oudenbosch	id.	O. Beyerland	2
13	Wilnis	„	10/6	Katwijk	id.	Nieuwveen	3
14	Wilhelminap.	„	20/6	Goes	id.	Goes	3
15	Sommelsdijk	„	25/6	Oudenbosch	id.	den Bommel	4
16	Scheveningen	„	5/7	Katwijk	id.	Scheveningen	5
17	Halfweg	„	7/7	Halfw. en A'dam	Halfw.	Halfweg	5
18	Baarn	„	15/7	de Bilt	id.	Amersfoort	5
19	Wageningen	„	16/7	de Bilt	id.	Wageningen	5
20	Delft	„	19/7	Katwijk	id.	Rijswijk	5
21	Baarn	1921	31/8	de Bilt	Baarn	Baarn	5
22	Halfweg	„	20/9	Amsterdam	Halfw.	Halfweg	5
23	Goes	1922	24/7	Vlissingen	id.	Wilhelminap.	5
24	Baarn	„	26/7	de Bilt	Baarn	Baarn	5
25	Halfweg	„	15/8	Amsterdam	Halfw.	Halfweg	5
26	Sommelsdijk	„	11/8	Oudenbosch	id.	den Bommel	5
27	Wilhelminap.	1923	24/6	Vlissingen	idf	Wilhelminap.	4
28	Halfweg	„	16/8	Halfweg	id.	Halfweg	5
29	Baarn	„	18/8	de Bilt	Baarn	Baarn	5
30	Sommelsdijk	„	17/8	Oudenbosch	id.	den Bommel	5

een eventueele constante weersgesteldheid, voorafgaand aan het uitbreken van de ziekte. Bruikbaar zou de vaststelling van een dergelijke weersgesteldheid alleen kunnen zijn, wanneer er eenige dagen verliepen tusschen het voorkomen hiervan en het uitbreken van aardappelziekte, in welke dagen dan met het bestrijdingsmiddel gesproeid zou kunnen worden. Een dergelijke samenhang blijkt in Midden-Europa voor de valsche meeldauw van de wijn te bestaan.

c. Bepaling van den incubatietijd. Uit kunstmatige infectieproeven werd getracht den incubatietijd van Phytopthora infestans vast te stellen. De moeilijkheid is, dat men dergelijke proeven aan de aardappelplanten slechts nemen kan vóór het uitbreken der aardappelziekte. Is deze er eenmaal, dan is de verspreiding dadelijk zoo algemeen, dat infectieproeven niet meer mogelijk zijn. Het spreekt van zelf dat door gevaar van besmetting dergelijke proeven alleen te nemen zijn, wanneer aardappelplanten beschikbaar zijn, welke afgescheiden staan van andere. In 1919 en 1920 was in Halfweg rondom het noodlaboratorium in een verloren stukje land wat opslag van aardappelen, wat zeer geschikt was voor infectieproeven. In 1921 en 1922 werden in Baarn enkele Zeeuwsche Bonten afgezonderd van de andere voor dit doel gekweekt.

De infecties werden in een waterdruppel met mycelium uitgevoerd. Bij elke infectie werden één of twee planten op vele bladen geïnfecteerd. Bij droog weer werden de planten een nacht onder een glazen klok gezet om de infectie kans op slagen te geven. Daarna werd de klok weggenomen. Als incubatietijd wordt beschouwd de tijd, die verloopt tusschen de infectie en de eerste waarneembare zwartkleuring. In fig. 1 geeft de uitgetrokken lijn de incubatietijden voor de kunstmatige infecties.

Een enkele maal werd het oogenblik waargenomen, waarop aan een vlek door kunstmatige infectie ontstaan mycelium macroscopisch te zien was en de tijdsduur na welken dan rondom de kunstmatige infectie nieuwe vlekken waarneembaar waren. Hieruit is dan weer de incubatietijd af te leiden en misschien beter vergelijkbaar met dien voor een natuurlijke infectie, daar hier ook niet met een overmatige hoeveelheid infectiemateriaal gewerkt wordt. In fig. 1 zijn ook deze waarnemingen opgenomen.

Driemaal is het opkomen van de kunstmatige infectie toevallig samengetroffen met het optreden van Phytophthora „in het wild". Bij deze infecties waren de incubatietijden 4, 6 en 7 dagen. Hier heeft men dus incubatietijden bij een weersgesteldheid, die een spontane infectie blijkt mogelijk te maken.

Uit fig. 1 blijkt, dat na kunstmatige besmetting de vlekken aan de plant reeds na 3 dagen kunnen opkomen. De meeste nam ik waar na 6 dagen. De lange incubatietijden, die herhaaldelijk waargenomen worden, zullen wel aan een verschijnsel toe te schrijven zijn, dat bij spontane infectie evenzeer te zien is. Wanneer het weer droog wordt, breiden de reeds aanwezige vlekken zich macrocsopisch niet uit, zij schijnen te verdrogen, maar op den eersten vochtigen dag ziet men overal mycelium uitgroeien en zwarte verkleuring optreden. Men behoeft slechts in een droge periode een klok over een plant te zetten om dit verschijnsel waar te nemen. Dit latent aanwezig blijven kan zoolang duren, als het aardappelblad leeft. Bij den langen incubatietijd zal dus wel alleen de weersgesteldheid van

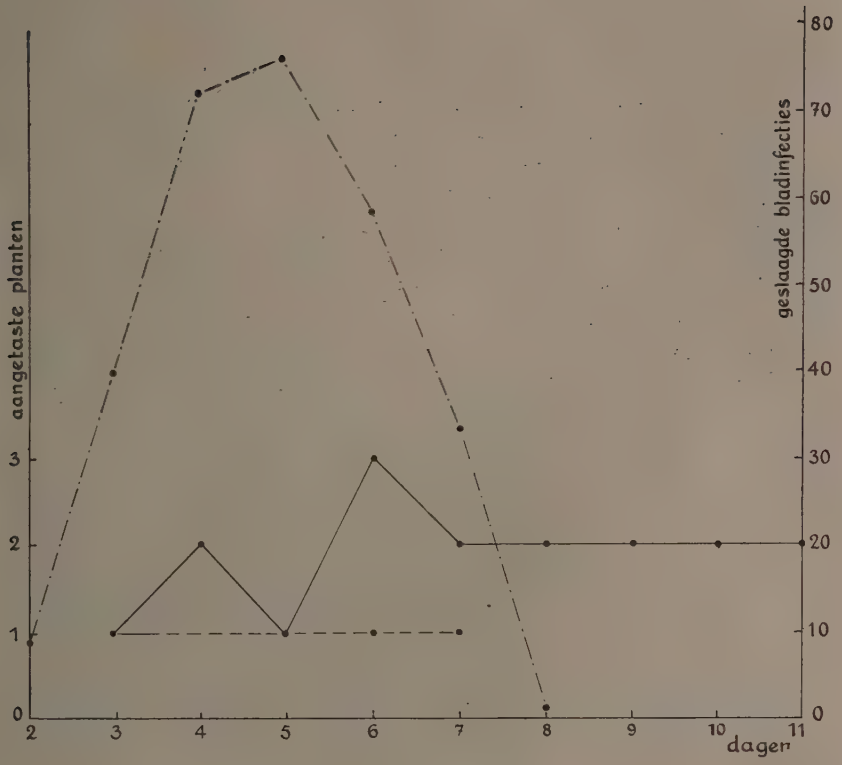


FIG. 1. Incubatietijd van Phytophthora infestans.
— aantal kunstmatig besmette planten, waarop infecties zichtbaar waren.
--- aantal planten door buurbesmetting ziek.
-.- aantal zieke blaadjes na infecties op afgesneden bladeren.

Period of incubation for Phytophthora infestans.
— *Number of inoculated plants whereon infection spots are visible.*
--- *Number of plants contaminated by neighbouring plants.*
-.- *Number of diseased leaflets after inoculation on cut leaves.*
Left ordinate marks the number of infected plants, right ordinate marks the number of infected leaflets.

de laatste dagen het zichtbaar worden der vlek bewerkt hebben.

Aan afgesneden bladen van Zeeuwsche Bonten werd eveneens de incubatietijd bepaald. Alle blaadjes van het samengestelde blad werden aan beide zijden van de hoofdnerf in een waterdruppel aan de achterzijde met mycelium of zoösporen geïnfecteerd. De bladen werden één nacht onder een glazen klok gehouden en dan in de buitenlucht in de schaduw opgesteld. In fig. 1 verbindt lijn (—·—) het totaal uit alle infectieproeven van alle juist zichtbare vlekjes na verloop van een bepaald aantal dagen. In totaal kwamen van de 315 ingestelde infecties 26 druppelinfecties niet op.

De waarnemingen omtrent den incubatietijd aan afgesneden bladen komen dus vrijwel overeen met die aan planten in het veld gedaan. De lange incubatietijden kunnen natuurlijk daarbij niet voorkomen. De incubatietijd ligt meestal tusschen 4—6 dagen. Een enkele maal is na 2 dagen een zwarte verkleuring reeds te zien. Het was duidelijk merkbaar, dat bij warm weer de incubatietijd korter was dan bij koel.

Uit de kunstmatige infectieproeven, voor zoover deze bewijskracht hebben voor een schimmel, waarvan men de wijze van overwintering niet kent, mag men dus afleiden, dat men zeker niet langer dan 10 dagen terug behoeft te gaan, wanneer men den invloed van het weer op het uitbreken wil nagaan.

d. Analyse van de weersgesteldheid. Het karakter van het weer in de 3 dagen voorafgaande aan den datum van eerste uitbreken werd dus nagegaan. Traden hier één of meer factoren constant op, dan zou een zeer snel werkende invloed van het weer waarschijnlijk zijn en zou eenige waarschuwing niet kunnen baten.

Eveneens werd de weersgesteldheid in de 10 dagen — decade — voorafgaande aan den datum van eerste uitbreken onderzocht. Mocht het weer hierin een constant eigen karakter hebben, dan zou dit bruikbaar kunnen zijn ter voorspelling van het oogenblik van uitbreken. Om echter een „eigen karakter" te kunnen vaststellen, moest een vergelijkingsobject gekozen worden. Ter vergelijking met de laatste decade zijn de 4 decaden die daaraan voorafgaan gebruikt. De weersgesteldheid toch in die 4 voorafgaande decaden bleek nooit een uitbreken van Phytophthora direct te hebben kunnen beïnvloeden. Van belang was het dus te weten of het weer in de laatste decade een afwijkend karakter van dat van een voorafgaande periode vertoonde, of dat eenzelfde weersgesteldheid in de voorafgaande decaden ook reeds was voorgekomen. Bij het gebruik van de voorafgaande decaden werd ook bij vroeg uitbreken der ziekte nooit verder teruggegaan dan tot 1 Mei in verband met den poottijd van aardappelen.

Naast de vergelijking met de weersgesteldheid in de voorafgaande decaden werd voor elken onderzochten factor de frequentie van bepaalde waarden in de laatste decade vergeleken met de gemiddelde frequentie van deze waarde in dezelfde maand, voorzoover deze cijfers berekend

zijn. Uit een dergelijke vergelijking is te zien, in hoeverre de weersgesteldheid, waarbij Phytophthora uitbreekt, afwijkt van de normale gemiddelde weersgesteldheid op dien tijd van het jaar.

Overwogen werd welke factoren de ontwikkeling van Phytophothora zouden kunnen beïnvloeden en naast directen neerslag moeten dan dampdrukking en betrekkelijke vochtigheid hier wel een groote rol spelen. De betrekkelijke vochtigheid zou bij hooge waarde het optreden kunnen begunstigen, bij lage waarde juist remmend kunnen werken.

De temperatuur werd evenzeer nagegaan. Hier treedt de verwikkeling op, dat bij hooge zomertemperatuur deze reeds schadelijk op de ontwikkeling van de schimmel kan werken. Bij 32° C. (zie Jones (8)) Melhus (12) groeit Phytophthora in kunstmatige cultures niet meer zonder echter gedood te worden. In een zéér warme periode behoeft men dus niet voor een Phytophthora epidemie te vreezen. Of echter eenige schadelijke nawerking op de schimmel bestaat is onbekend.

Al deze factoren zouden op twee verschillende wijzen van invloed kunnen zijn, nl. 1°. door het voorkomen van een zeer hoog maximum, waarbij de schimmel zich direct zeer sterk zou kunnen ontwikkelen, of 2°. door een groote frequentie van hooge waarden.

Beide gezichtspunten zijn onderzocht. Betrekkelijk willekeurig zijn uit de gegevens van deze 5 jaren de grenswaarden vastgesteld, waarboven de factor geacht werd „in sterke mate" aanwezig te zijn.

Natuurlijk is het gevaarlijk het complex „weer" in factoren te ontleden en den invloed van elk afzonderlijk na te gaan. De factoren toch werken niet slechts absoluut, maar ook in onderling verband. Sterke neerslag met harden wind zal een heel ander effect hebben dan een geringe neerslag bij stil weer. De mate van bewolking zal invloed hebben op den duur waarop een druppel water op de bladeren kan blijven bestaan. Maar analyseert men het weer niet in afzonderlijke factoren, dan houdt men het als een onaantastbaar ding, alleen door zijn physiologische werking op een mensch te beschrijven, als „schraal", „broeierig" enz.

e. Verwerking van de weerscijfers. Voor de dampdrukking, die evenals de betrekkelijke vochtigheid 3 maal daags gemeten wordt op plaatsen over geheel Nederland verspreid, werd het maximum der 3 termijnwaarnemingen gebruikt. Voor de betrekkelijke vochtigheid werden zoowel het maximum als het minimum der 3 termijnwaarnemingen opgeteekend. De maximum temperatuur werd gebruikt. De grenswaarde, waarboven de factoren geacht werden „in sterke mate" aanwezig te zijn, was voor de dampdrukking 12 mM., voor de betrekkelijke vochtigheid 90 %, voor de temperatuur 20° C. De betrekkelijke vochtigheid werd onder 50 % geacht zeer gering te zijn.

Voor den neerslag werd aangeteekend de frequentie van etmalen met

neerslag > 0,1 mM. en de som van den neerslag per decade. Tevens werd de totale neerslag bepaald vanaf 15 April, het oogenblik dat normaliter de aardappelen gepoot zijn. De waarschijnlijkheid is er, dat de schimmel in den bodem overwintert; dan is het ook denkbaar, dat de vochtigheidsgraad van den bodem het optreden zou kunnen beïnvloeden, wat dan zou kunnen spreken uit de som van den neerslag in een langere periode. Uit ervaring wordt gemeend, dat de aardappelziekte niet optreedt, vóórdat de grond ook dieper in nat is.

De cijfers in de 5 decaden voorafgaande aan het uitbreken van de ziekte werden volgens een vaste methode geregistreerd. Aangeteekend werd voor elken factor in elke decade de frequentie van voorkomen van waarden boven de grens en het bereikte maximum. In de 3 dagen voorafgaande aan het uitbreken werden alle maximale dagwaarden aangeteekend. De 5de decade is de decade, die direct voorafgaat aan het uitbreken; 3de dag is: 3 dagen vóór het uitbreken.

Hieronder volgt als voorbeeld één van de 30 gebruikte tabellen.

TABEL 2. Baarn 1923. Uitbreken 18 Aug. Neerslag en temp. Baarn. Dampdrukking en betrekkelijke vochtigheid de Bilt.

tijdvak	Max. dampdr. uit 3 waarnemingen		Max. betr. vochtigh. uit 3 waarnemingen		Min. betr. vochtigh. uit 3 waarnemingen		Max. temperatuur		Neerslag	
	freq. vanaf 12 m.M.	Max.	freq. vanaf 90 %	Max.	freq. vanaf 50 %	min.	freq. vanaf 20° C	max.	freq. > 0.1 m.M.	Hoeveelheid
1 Dec.	4 maal	17.8 m.M.	0 maal	83 %	0 maal	51 %	6 maal	32° C.	0 maal	0. m.M.
2 „	8 „	18.4 „	0 „	89 „	3 „	28 „	7 „	35° „	2 „	8.9 „
3 „	7 „	14.0 „	3 „	99 „	0 „	52 „	4 „	25° „	3 „	52.2 „
4 „	3 „	13.6 „	1 „	91 „	1 „	49 „	4 „	25° „	5 „	27.5 „
5 „	6 „	160.0 „	2 „	97 „	0 „	60 „	7 „	31° „	3 „	26.5 „
3 dag	—	12.7 „	—	97 „	—	91 „	—	16° „	—	2.2 „
2 „	—	9.1 „	—	79 „	—	64 „	—	17° „	—	0.1 „
1 „	—	10.9 „	—	95 „	—	71 „	—	24.2° „	—	24.2 „
vanaf 15 April	—	—	—	—	—	—	—	—	—	175.6 „

Deze 30 tabellen werden nu onderling verwerkt en het resultaat hiervan is in pl. I—VI te vinden.

In elke plaat zijn 8 krommen voor elken factor geteekend. Op de abscissen as staan de nummers van de waarnemingen chronologisch gerangschikt. In tab. 1 zijn de nadere gegevens van elk nummer te vinden.

4 krommen (*a*—*d*) hebben betrekking op het voorkomen van de maximale waarde van den onderzochten factor.

a (——) geeft het bereikte maximum in de laatste 3 dagen
b (— — —) „ „ „ „ in de laatste decade.
c (. . . .) „ „ „ „ in de 5 decaden.
d geeft aan in welke decade het maximum in de 5 decaden bereikt voor de eerste maal voorkomt.

4 krommen (*e*—*h*) brengen de frequentie van het voorkomen van waarden boven de grens in beeld.

e geeft aan in welke decade de maximale frequentie voor het eerst voorkomt.
f (——) geeft de frequentie in de laatste 3 dagen.
g (— — —) geeft de frequentie in de laatste decade.
h (. . . .) geeft de maximale frequentie bereikt in de 5 decaden.

De horizontale lijnen door de krommen *f*, *g*, *h* geven de gemiddelde waarde berekend uit de 5 voorafgaande decaden voor de frequentie in een drietal dagen (*i*) en in een decade (*k*). Dit gemiddelde is berekend door de waarden van de frequenties voor één factor in de 30 tabellen bij elkaar te tellen en dit getal te deelen door het aantal dagen, waarvan de weerwaarnemingen gebruikt werden. De uitkomst is het daggemiddelde; hieruit is door vermenigvuldiging het gemiddelde voor 10 en voor 3 dagen te vinden.

De zoo gevonden gemiddelden zijn:

Factor.	in 3 dagen.	in 10 dagen.
Max. dampdr. uit 3 waarn. vanaf 12 mM. . . .	0.9	3 maal
max. betr. vocht. uit 3 waarn. vanaf 90 % . .	0.7	2.4 „
min. betr. vocht uit 3 waarn. vanaf 50 % . . .	0.4	1.3 „
max. temperatuur vanaf 20° C.	1.2	3.4 „
neerslag > 0.1 mM.	1.3	4.3 „

De met behulp van de grafieken te bepalen cijfers zijn, voor dampdrukking, maximum van betrekkelijke vochtigheid en temperatuur (Pl. I, II, III):

Voor de laatste 3 dagen (Tab. 3).

kol. 1. Uit *a* het aantal malen, dat het maximum onder de grenswaarde valt.
kol. 2. Uit *a* en *b*. Het aantal malen, dat het maximum samenvalt met het maximum uit de 5e decade.
kol. 3. Uit *f* en *i*. Het aantal malen, dat de frequentie van waarden boven de grens hooger is dan het gemiddelde.
kol. 4. Uit *f* en *i* id. minder.
kol. 5. Uit *f* de frequentie = 1.

TABEL 3: Weersgesteldheid in de 3 dagen vóór uitbreken vergeleken met die in 50 dagen vóór uitbreken.

Kolom		1	2	3	4	5	6
Factor	Grens-waarde	Maximum < grens-waarde	Max. = Max. in 5e decade	Frequentie waarmee grenswaarde overschreden wordt			
				> gemid-deld	< gemid-deld	éénmaal	gemid-deld
max. dampdruk per dag	12.0 mM.	7 maal	9 maal	11 maal	7 maal	12 maal	0.9
max. betr. voch-tigheid per dag.	90%	8 „	10 „	11 „	8 „	11 „	0.7
max. temp. per etmaal	20° C.	14 „	7 „	6 „	16 „	14 „	0.3
etmalen met neerslag . . .	—	—	—	16 „	13 „	0 „	1.3

Voor de laatste decade (Tab. 4):

kol. 1. Uit *b* Het aantal malen, dat het maximum van de laatste decade de grenswaarde niet overschrijdt.

kol 2. Uit *d*. Het aantal malen, dat het maximum uit de 5 decaden voor eerst in de 5de decade voorkomt.

kol. 3. Uit *b* en *c*. Het aantal malen, dat het maximum uit de 5 decaden in de laatste decade voorkomt. Dit getal kan grooter zijn dan het vorige, doordat de maximale waarde zich kan herhalen.

kol. 4. Uit *e*. Het aantal malen dat in de 5de decade de grootste frequentie voor het eerst voorkomt.

kol. 5. Uit *g* en *h*. Het aantal malen, dat in de 5de decade de grootste frequentie werkelijk optreedt. Weer kan door herhaling van eenzelfde verschijnsel dit getal grooter zijn dan het cijfer in 4.

kol. 6. Uit *h* en *g*. Het aantal malen, dat in de 5 decaden een frequentie bereikt wordt hooger dan ooit in de laatste decade voorkomt.

kol. 7. Uit *g* en *k*. Het aantal malen, dat de frequentie in de laatste decade meer is dan het gemiddelde.

kol. 8. Uit *g* en *k*. Id. minder.

In omgekeerden zin is de minimum vochtigheid op dezelfde wijze verwerkt. (Pl. IV, Tab. 5).

Bij den neerslag (Pl. V en VI) is als maximum per decade gebruikt de som van allen neerslag in die decade gevallen. Een grenswaarde is niet vastgesteld.

TABEL 4. Weersgesteldheid in 10 dagen vóór uitbreken vergeleken met die in 50 dagen vóór uitbreken

Kolom		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Factor	grens-waarde	maximum in 5e dec. < grens-waarde	max. uit 50 dagen voor 1e maal in 5e dec.	max. uit 50 dagen in 5e dec.	max. frequentie voor 1e maal in 5e decade	max. frequentie in 5e decade	max. frequentie niet voor-komende in 5e decade	frequentie in 5e decade		
								> gemid-deld	< gemid-deld	gemid-deld
Max. dampdruk per dag	12.0 mM.	2 maal	9 maal	9 maal	13 maal	18 maal	1 maal	14 maal	8 maal	3
Max. betr. vochtigheid per dag	90 %	1 „	3 „	16 „	9 „	16 „	0 „	19 „	11 „	2.4
Max. temperatuur per etmaal	20° C.	6 „	7 „	9 „	4 „	11 „	3 „	15 „	15 „	3.4
etmalen met neerslag	—	—	—	—	1 „	10 „	0 „	20 „	9 „	4.3
Max. neerslag per etmaal	—	—	10 „	10 „	—	—	—	—	—	—

TABEL 5. Minimum betrekkelijke vocht per dag in laatste 3 dagen en laatste decade vergeleken met het voorkomen in 50 dagen vóór het uitbreken

Kolom	1	2	3	4	5	6	7
Periode	min. < 50 % in	min. uit 50 dagen voor 1e maal in	min. uit 50 dagen in	max. frequentie voor 1e maal in	maximale frequentie in	frequentie	
						> gemid-deld	< gemid-deld
laatste 3 dagen	3 maal	0 maal	0 maal	—	—	0 maal	30 maal
laatste decade	8 „	4 „	4 „	5 maal	5 maal	5 „	25 „

f. Uitkomst der vergelijking van de laatste 3 dagen en de laatste decade met de 4 voorafgaande. Wat is nu op te maken uit Tab. 3—5, de slottabellen, die alle opgemaakt zijn met behulp van gemiddelden berekend uit de meteorologische data voor een tijdvak van 50 dagen vóór het uitbreken der ziekte?

De te stellen vragen zijn:

1. Treedt in een bepaald tijdsverloop (in casu 3 en 10 dagen vóór het uitbreken der ziekte) een factor steeds òf in maximale hoogte òf in maximale-frequentie van waarden boven de gekozen grens op?

2. Zijn in voorafgaande periodes, in de 5 onderzochte decaden, deze waarden reeds voorgekomen zonder door een uitbreken van Phytophthora gevolgd te zijn?

Eerst dan de laatste drie dagen.

Volgens Tab. 3 kol. 1 blijkt voor geen enkelen factor het bereik der grenswaarde een conditio sine qua non te zijn voor het optreden van de ziekte.

Uit Tab. 5 kol. 1 blijkt ook de lage vochtigheid onder 50 % in de laatste 3 dagen 3 maal geen verhindering te zijn geweest voor het uitbreken.

De frequenties van waarden boven de grens zijn meer boven dan onder het gemiddelde (zie Tab. 3 kol. 3, 4 en 5). De vele waarden onder het gemiddelde maken dit criterium echter evenzeer onbruikbaar.

Een scherp verband tusschen de weersgesteldheid in de laatste 3 dagen en het oogenblik van uitbreken is niet te constateeren.

Nu de laatste decade in vergelijking met de daaraan voorafgaande.

Uit Tab. 4 kol. 1 blijkt dat het voor 4 verschillende factoren zelfs mogelijk is, dat gedurende de geheele decade deze factor niet boven de grenswaarde stijgt.

Uit kol. 2 is te zien, dat het maximum hoogstens 9 maal voor dampdrukking en 10 maal voor neerslag voor het eerst in de laatste decade voorkomt. Door vergelijking van kol. 2 en 3 ziet men hoe dikwijls het maximum in de laatste decade slechts een herhaling is van een vroeger reeds voorgekomen maximum.

Voor de frequentie van waarden boven de grens blijkt hetzelfde uit kol. 4 en 5. Wel blijkt het uitbreken herhaaldelijk met veel voorkomen van een hooge dampdrukking, een hooge vochtigheid samen te gaan, maar slechts bij hoogstens $\frac{3}{30}$ (kol. 4) van alle gevallen is dit de eerste maal. Wilde men een voorspelling op de frequentie van een dezer factoren grondvesten, dan zou men bij deze 30 waarnemingen al meer dan 20 maal voorspeld hebben, terwijl directe gevolgen uitbleven.

Uit kol. 7 en 8 blijkt de frequentiewaarde wel meer boven het gemiddelde te liggen dan er onder, maar toch weel veel te dikwijls er onder om als basis voor een voorspelling bruikbaar te zijn.

En zelfs het minimum van betrekkelijke vochtigheid onder de grens-

waarde, dat te denken is als een remmende factor, waardoor de kiemende spore gedood zou worden treedt 8 maal in de laatste decade op (zie Tab. 5 kol. 1). Wel is volgens kol. 7 de frequentiewaarde van geringe vochtigheid 25 maal onder het gemiddelde, maar toch weer een verhindering voor het uitbreken van Phytophthora is het niet.

Voor elken factor komt het maximum of de frequentie van waarden boven de grens in de laatste decade bereikt, te veelvuldig voor zonder kwade gevolgen voor de aardappelplant, om als criterium voor voorspelling van de aardappelziekte te kunnen dienen.

Kort moet nog de neerslag nader besproken worden, omdat deze bij de voorspelling voor het oogenblik van uitbreken van Plasmopara viticola de beslissende factor is gebleken.

In Plaat VII is uitgezet de neerslag gedurende 30 dagen voorafgaande aan het uitbreken der ziekte bij de 30 waarnemingen. Bij eersten oogopslag is reeds te zien, dat een duidelijk verband in de verdeeling voor neerslag in die tijdperken niet bestaat. In de meeste gevallen zijn er reeds eenige regenperioden geweest zonder uitbreken van Phytophthora en welke regenperiode de gevaarlijke zal zijn is a priori niet uit te maken.

Een nauw verband tusschen frequentie of hoeveelheid neerslag en het uitbreken van Phytophthora is hierin niet te bespeuren.

Ook de lijn voor de totale hoeveelheid neerslag vanaf 15 April tot het oogenblik van uitbreken, in grafiek V uitgezet, vertoont zelfs binnen eenzelfden zomer het meest grillig verloop. *Eenige aanwijzing, dat pas na grootere regenhoeveelheden de aardappelziekte te wachten zou zijn is hieruit niet af te leiden.*

g. Vergelijking van de gevonden frequenties in de laatste decade met de meteorologische gemiddelden. Bij de berekening van de gemiddelden uit de 5 decaden van het uitbreken van de ziekte voorafgaande (pag. 11) is slechts rekening gehouden met de absolute frequentie van hooge waarden. Als vergelijkingsmateriaal zijn hier waarnemingen van Mei—September gelijktijdig gebruikt.

Nu is de frequentie van het voorkomen van bepaalde waarden in de verschillende maanden van het jaar natuurlijk zeer verschillend. Stelt men zich dus de vraag of de weersgesteldheid, waarbij de aardappelziekte uitbrak, afwijkend was van de normale voor een bepaalde maand, dan moet men anders te werk gaan. Men moet dan de frequentie van een bepaalden factor vergelijken met de gemiddelde frequentie van dezen factor in dezelfde maand, zooals deze berekend is uit de waarnemingen uit een zoo groot mogelijk aantal jaren.

De frequenties van maxima van temperatuur zijn genomen uit en de benoodigde gegevens voor neerslag zijn gevonden in Het Klimaat van

Nederland (5 en 6). Voor de dampdrukking waren de benoodigde cijfers in het Kon. Ned. Meteor. Instituut in manuscript aanwezig en werden mij welwillend in gebruik gegeven. Voor de betrekkelijke vochtigheid waren geen berekende gemiddelden aanwezig.

Voor de verschillende factoren is nu nagegaan hoe de frequentie in de laatste decade was en deze dan vergeleken met de berekende gemiddelde frequentie in dezelfde maand.

Voor dampdrukking is de frequentie van waarden van 14 mM. en hooger en van 12 mM. en hooger uit de 3 dagelijksche termijnwaarnemingen bepaald. Vergeleken zijn deze cijfers met gemiddelden uit waarnemingen in Katwijk gedurende 16 jaar bepaald.

Voor de maximum temperatuur is de frequentie van temperaturen van 20° C. en hooger vergeleken met de gemiddelden in Vlissingen (uit 16 jaar), de Bilt (uit 17 jaar) en Groningen (uit 18 jaar). Natuurlijk is de gevonden frequentie steeds vergeleken met het gemiddelde uit het meest nabij gelegen station.

Voor den neerslag is de frequentie van dagen met meer dan 0.1 mM. neerslag vergeleken met de gemiddelde frequenties uit de waarnemingen van het meest nabij gelegen regenstation bepaald. In de verschillende regenstations is het aantal jaren, waaruit het gemiddelde bepaald is, zeer verschillend.

De totale hoeveelheid neerslag in de laatste decade is tevens vergeleken met de gemiddelde hoeveelheid van het meest nabij gelegen regenstation.

De resultaten van deze vergelijkingen geeft Tab. 6.

TABEL 6. Vergelijking frequenties van hooge waarden voorkomend in de laatste decade met meteorologische gemiddelden in dezelfde maand voorkomend.

Comparison of the frequency of occurrence of high values in the last 10-day periods compared with the meteorological average in the same month.

Vergelijking met meteorologische gemiddelden	freq. dampdrukking		Freq. Max. Temp. 20° C. en hooger	Freq. dagen met neerslag vanaf 0.1 mM.	Hoeveelheid neerslag in laatste decade
	14 mM. en hooger	12 mM. en hooger			
meer	6 maal	11 maal	10 maal	21 maal	11 maal
minder	20 „	17 „	20 „	8 „	18 „
gelijk aan gem. . . .	4 „	2 „	0 „	0 „	0 „
geen een maal . . .	10 „	2 „	6 „	0 „	0 „

Uit deze cijfers blijkt, dat men ook bij vergelijking van de weersgesteldheid uit de laatste decade met gemiddelden voor dezelfde maand uit vele jaren berekend geen scherp beeld krijgt. Wanneer men vergelijkt met de normale weersgesteldheid voor een bepaald oogenblik, krijgt men geen afwijking in een bepaalde richting.

Conlusie. *Het is mij dus op geenerlei wijze mogelijk geweest door de analyse van de weersfactoren elk voor zich een zoodanig gebruik der weerscijfers te vinden, dat hieruit een verband tusschen weersgesteldheid en oogenblik van uitbreken van de aardappelziekte op voor de practijk bruikbare wijze blijkt.*

§ 2. De weersgesteldheid tijdens een snelle uitbreiding der ziekte

In de zomers van 1919—1923 is herhaaldelijk aanteekening gehouden van korte perioden, waarin kunstmatige of natuurlijke infecties in het vrije veld zeer snel doorliepen en er dus elken dag vele nieuwe vlekken te zien waren.

Ik heb nagegaan of de weersgesteldheid afwijkend was van de normale in een bepaalde richting gedurende deze korte tijdperken van zeer snel doorgaan der ziekte. Ter vergelijking zijn weer dezelfde gegevens gebruikt welke pag. 15 besproken zijn.

Tabel 7. Weersgesteldheid bij perioden van snel voortgaan der aardappelziekte vergeleken met de meteorologische gemiddelden voor dezelfde maand.

Weather conditions during periods of a rapid spread of the blight, compared with the meteorological averages in the same month.

weersfactor			freq. dampdruk > 12 m.M.			freq. temperatuur > 20° C.			dagen met neerslag > 0.1 m.M.			hoeveelheid neerslag		
jaartal	datum	plaats	waargenomen	gemiddeld	vergelijking	waargenomen	gemiddeld	vergelijking	waargenomen	gemiddeld	vergelijking	waargenomen	gemiddeld	vergelijking
1919	16/7-22/7	Halfweg	10	6	+	4	3.9	+	2	2.5	—	46 m.M.	13.8 m.M.	+
„	13/8-21/8	„	13	10	+	7	5.2	+	4	4.2	—	5.7 „	23.2 „	—
1920	16/7-20/7	„	8	4	+	2	2.6	—	3	1.7	+	11.5 „	9.2 „	+
„	23/7-26/7	„	1	3	—	0	1.9	—	3	1.3	+	40.2 „	6.9 „	+
„	4/8-8/8	„	1	5	—	0	2.6	—	2	2.1	—	17.3 „	11.6 „	+
„	7/8-15/8	Alkmaar	8	8	=	1	4.6	—	5	3.8	+	26.6 „	16 „	+
1922	9/7-12/7	Baarn	0	3	—	0	1.9	—	1	1.2	—	15.5 „	7.5 „	+
„	19/7-22/7	„	2	3	—	2	1.9	+	0	1.2	—	0 „	7.5 „	—
„	26/7-31/7	„	4	5	—	4	3.2	+	3	1.9	+	20.5 „	12.5 „	+
„	12/8-15/8	„	1	4	—	0	1.9	—	3	1.3	+	3 „	7.8 „	—
„	19/8-22/8	„	5	4	+	2	1.9	+	0	1.3	—	0 „	7.8 „	—

In Tab. 7 vindt men voor de verschillende factoren de gevonden frequenties, de berekende gemiddelden en de vergelijking voor een even lang tijdsverloop tusschen deze beide. Met (+) is aangegeven, dat de gevonden frequentie grooter, met (—) dat deze kleiner was dan het gemiddelde.

Uit deze cijfers blijkt, dat ook de weersgesteldheid, waarbij de ziekte hevig doorgaat niet scherp door deze cijfers wordt uitgedrukt. Frequenties voor hooge dampdrukking en temperatuur blijven ver onder het gemiddelde; alleen de totale hoeveelheid neerslag is 7 van de 11 maal meer dan het gemiddelde aanwijst.

Welke factoren een snelle uitbreiding van de ziekte in de hand werken, is uit deze cijfers niet nader vast te stellen.

§ 3. Invloed van het weer op den totalen duur eener epidemie

En nu de laatste groep van verwerkte gegevens — de gegevens die betrekking hebben op den duur van een epidemie in een bepaalde soort, gerekend vanaf het eerste zieke blad tot aan totaal afsterven en de vergelijking hiervan in de verschillende zomers.

Hieromtrent zijn onderling vergelijkbare gegevens verzameld voor de Zeeuwsche Blauwen, een soort welke steeds vroeg en zeer hevig ziek wordt, en voor de Eigenheimers, in hun loof iets minder vatbaar.

Tabel 8. Weersgesteldheid bij verschillenden tijdsduur van een epidemie.

Weather conditions during epidemics that differ in duration.

onderzochte epidemie			freq. dampdrukking > 12 m.M.			freq. temperatuur > 20° C.			dagen met neerslag > 01 m.M.			hoeveelheid neerslag		
aantal	datum	duur in dagen	waargenomen	gemiddeld	vergelijking	waargenomen	gemiddeld	vergelijking	waargenomen	gemiddeld	vergelijking	waargenomen	gemiddeld	vergelijking
Blauwen														
1919	22/7-7/8	17	4	19	—	0	11	—	7	6.7	+	28.8 m.M.	39.1 m.M.	—
1920	7/7-26/7	19	22	19	+	9	12.3	—	13	7.4	+	76.2 „	43.7 „	+
1922	15/8-21/9	37	12	32	—	4	17	—	24	16.2	+	77.5 „	93.1 „	—
1923	16/8-18/9	33	5	28.5	—	5	15	—	26	14.5	+	123.3 „	85.7 „	+
Eigenheimers														
1920	13/7-9/8	27	22	29.4	—	8	17.6	—	17	11.0	+	104.2 m.M.	65.3 m.M.	+
1922	21/8-2/10	42	13	29.8	—	5	16.4	—	29	18.3	+	121.5 „	107.2 „	+
1923	21/8-4/10	44	9	30.8	—	7	17	—	35	19.1	+	179 „	112.2 „	+

In 1919 en 1920 werden de planten vroeg ziek, waren dus nog in hun groeiperiode toen zij aangetast werden. De epidemie had in beide jaren een kort en zeer hevig verloop. In 1922 en 1923 brak de ziekte zeer laat

uit en het was opmerkelijk hoe, niettegenstaande de planten hun normaal einde reeds nabij waren, het zeer lang duurde, voordat zij totaal afgestorven waren.

In Tab. 8 is op geheel gelijke wijze te werk gegaan als in Tab. 7. Te verwachten was, dat in 1919 en 1920 een geheel andere weersgesteldheid aan het licht zou treden als in 1922 en 1923, waarin de ziekte zeer langzaam doorging. Het tegendeel is echter waar. Bij de Eigenheimers vindt men in de 3 jaren voor alle factoren afwijkingen van het gemiddelde in dezelfde richting. Bij de Blauwen vindt men de grootste verschillen (nl. in dampdrukking en hoeveelheid neerslag) juist in de 2 eerste jaren, waarin de verspreiding van de ziekte met dezelfde snelheid plaats greep.

Een bevredigende verklaring voor het verschil in duur van de epidemie in de 4 onderling vergeleken zomers geven de waarnemingen omtrent de weersgesteldheid, zooals zij hier gebruikt zijn, niet.

§ 4. Bespreking der uitkomsten

Wil nu het feit, dat het verband tusschen de meteorologische factoren en het oogenblik van uitbreken of de snelheid van verbreiding telkens ontsnapt, zeggen, dat het weer géén invloed zou hebben op het verloop van de aardappelziekte?

Allerminst zal dit gezegd worden door iemand, die in den drogen zomer van 1921 haar onderzoek over de aardappelziekte wilde voortzetten en nergens in het veld Phytophthora kon waarnemen, zelfs geen kunstmatige infecties kon te weeg brengen. Maar — de invloed van het weer kan ook te gecompliceerd zijn om door de analyse van de afzonderlijke factoren aan het licht te komen.

Een aardige uiteenzetting hieromtrent geeft Roussakov (20). Hij zet uiteen, dat, terwijl bij schimmelziekten het al dan niet aanwezig zijn van vloeibaar water van grooten invloed is, de waarnemingen gedurende den nacht en den vroegen morgen, den tijd, waarin de dauwvorming optreedt, slechts zeer schaarsch zijn. Eveneens is bij den neerslag de duur en het oogenblik van neervallen ('s morgens of tegen de nacht) dikwijls van meer beteekenis dan de hoeveelheid. Een fijne langdurige motregen kan een infectie veel beter in de hand werken dan een korte slagregen. De waarschijnlijk essentiëele factor voor de schimmelinfectie — de tijd, gedurende welke een waterdruppel kan blijven bestaan — is een functie zoowel van de betrekkelijke vochtigheid, van de bestraling als van de windsnelheid en niet door een van de weersfactoren afzonderlijk uit te drukken. Hierin zal dan ook wel het geheim liggen van het geringe resultaat, dat de analyse van de factoren afzonderlijk opleverde.

Nog een enkele verklaring is noodig voor het feit, dat bij Plasmo-

para viticola wèl een scherp verband tusschen weersgesteldheid en uitbreken en verloop der ziekte te vinden was, terwijl dit bij Phytophthora infestans niet gelukte.

Plasmopara overwintert als oöspore in de afgevallen bladeren en besmet hiervanuit de jonge loten; de eerste aantasting is gewoonlijk in Mei reeds te zien. De aantasting is steeds scherp terug te brengen op sterken regenval. De incubatietijd is lang — in het voorjaar van 15—18 dagen, bij warme zomerdagen 4—5. Vóór dat de vlekken infectieus zijn door het verschijnen der zoösporangiën is in het algemeen een macroscopisch waarneembaar vóórstadium aanwezig (de zg. Oelfleck). Door het scherp reageeren op regenval en door den langeren incubatietijd is het mogelijk een nieuwe infectie van een vorige te onderscheiden. Wel wordt aangegeven door Müller (15), dat dit door de sterke dauwvorming bij het Meer van Constanz moeilijk is, zoodat het waarschijnlijk is, dat mede door het vastelandsklimaat van de meeste wijnbouwende streken de samenhang tusschen het verloop der ziekte en de weersgesteldheid zoo scherp is.

Bij de aardappelziekte was het eerste optreden nooit op een bepaalde regenperiode terug te brengen en aan den anderen kant de invloed van vochtig weer op de verspreiding veel sneller werkend; beide eigenaardigheden zijn oorzaak, dat het verband met de weersgesteldheid steeds vertroebeld wordt.

HOOFDSTUK II

VELDPROEVEN TER BEPALING VAN HET OOGENBLIK WAAROP DE SPROEIING MET BORDEAUXSCHE PAP HET MEESTE EFFECT HEEFT

§ 1. Inrichting der proeven

a. Inleiding. Gedurende 5 zomers in 1919—1923 werd getracht door veldproeven experimenteel vast te stellen op welk tijdstip, in verband met het uitbreken der aardappelziekte het sproeien met Bordeauxsche of Bourgondische pap de maximum uitwerking had en of herhaald sproeien een merkbaar gunstigen invloed op de opbrengst aan gezonde knollen uitoefende.

De proeven werden voornamelijk genomen in Halfweg in den IJpolder op terrein door den Heer G. Kruseman hiertoe welwillend in gebruik gegeven.

Gedurende 1921—'23 werden door de welwillende medewerking van den Directeur Hanken dergelijke proeven op kleiner schaal ook genomen in den Wilhelminapolder bij Goes. Deze proeven werden uitgevoerd door den Heer F. de Groene, aangesteld aldaar voor de verbetering van de aardappelcultuur.

Het is bekend, dat goed bewezen en scherpe resultaten altijd moeilijk uit proefvelduitkomsten te verkrijgen zijn; er is hiervoor technische ervaring en evenzeer eenige medewerking van uitwendige omstandigheden noodig. Vooral het eerste jaar was gemis aan ervaring zeer merkbaar; in 1921 waren een overmatige droogte en in 1923 een niet nader te verklaren zeer onregelmatige verspreiding van de aantasting van het loof ook in onbesproeide perceelen zeer ongunstige omstandigheden, die gemaakt hebben, dat de uitkomsten der proeven in een wanverhouding staan tot de moeite er aan besteed.

b. Inrichting van het proefveld in den IJpolder. Allereerst de gebruikte soorten. In 1920 werden Zeeuwsche Bonten, Zeeuwsche Blauwen en Eigenheimers gebruikt, in 1922 Bonten en Eigenheimers,

en 1923 Blauwen en Eigenheimers. Eenig verschil in vatbaarheid of levensduur bij Bonten of Blauwen was nooit te constateeren. Doorslaggevend voor de keuze der soort was de mogelijkheid om mozaïekvrij pootmateriaal te kunnen betrekken.

Het proefveld was steeds op zwaren kleigrond gelegen.

Het aantal planten per perceel was in 1920 190 planten in 10 rijen van 19, in 1922 en 1923 228 planten in 12 rijen van 19. De grens der perceelen werd gevormd door een onbeplanten regel.

In 1921 waren de perceelen over 2 akkers verdeeld, wat ongunstig bleek door verschil in kwaliteit van den grond.

In 1922 lagen zij in een grooten akker, waarin geen verschil in grond bekend was. Na weging van de opbrengst der perceelen bleken echter de opbrengsten aan één zijde constant wat hooger te liggen dan aan de andere, wat slechts uit een bodemfactor te verklaren was. In 1923 werden nu alle perceelen gehalveerd en beide helften zoo ver mogelijk uit elkaar gekozen. Door samentelling van de opbrengst van deze twee helften zou dan elke grondfactor geëlimineerd kunnen worden. Echter traden in dien zomer door onregelmatige ziekteverspreiding véél grooter verschillen op dan door eenigen grondfactor veroorzaakt konden worden.

c. Wijze waarop de perceelen voor de mate van aantasting van het loof gekeurd werden. Het is altijd moeilijk om de mate van aantasting door een ziekte onder cijfers te brengen, daar hierbij een groote subjectieve factor bij de beoordeeling in het spel is. De wijze, waarop hierbij te werk werd gegaan was de onderlinge vergelijking van gesproeide en ongesproeide perceelen van één soort op denzelfden dag en de herhaling van een dergelijke vergelijking eenigen tijd later. Elken keer werden alle perceelen gekeurd en de aantasting uitgedrukt in cijfers 1—10. (*10* is hier volkomen gezond, *0* geheel afgestorven). Bij het geven van de cijfers werd geen rekening gehouden met den stand van het gewas, alleen met de mate van aantasting door Phytophthora. Deze cijfers drukken niets meer uit dan een vergelijking op een bepaald oogenblik. Zijn alle perceelen nog zeer weinig ziek, dan is de keuring uit den aard der zaak streng; is echter een enkel perceel nog niet geheel afgestorven en de rest al geheel weg, dan zal dit perceel een hooger cijfer krijgen dan wanneer het in de eerste groep voorkwam. De cijfers geven dus voornamelijk een verhouding van de mate van aantasting aan van een serie perceelen. Voor elk perceel afzonderlijk kunnen nu al de behaalde cijfers bij elkaar opgeteld worden. Deze som der keuringscijfers drukt dan de snelheid uit, waarmee de ziekte is voortgegaan in het loof, en verbindt men de sommen van alle perceelen van een serie door een kromme, dan toont deze den invloed aan, die de sproeiing op het doorgaan van de ziekte in het loof heeft gehad.

In de practijk bleken de verschillen in de perceelen groot genoeg om een schaal van 1—10 te kunnen gebruiken en de methode bleek voldoende scherpe cijfers te geven.

d. Bepaling van de grootte van de opbrengst. In 1920 werd de opbrengst per perceel aan gezonde groote (consumptie) en kleine knollen gewogen en 50 knollen hiervan afzonderlijk droog bewaard om te bepalen welke % zieke er later nog in bleek voor te komen.

Bij uitwerking van de cijfers werd toen ingezien, dat, om de totale opbrengst te kunnen beoordeelen men feitelijk ook het gewicht zou moeten bepalen van de zieke knollen, die de rooiers als van zelf sprekend op het land achter laten. In 1922 echter, toen de opbrengst van 52 perceelen bepaald moest worden, was het aardappelgewas zóó laat rijp, dat het rooien pas in October kon plaats hebben. Het was al koud en nachtvorsten dreigden. Ingezien werd dat het beter was voortgang met het rooien te maken, dan het tijdroovende apart houden van de zieke knollen te laten geschieden; wanneer de rooiers niet hun gebruikelijke, automatische werkwijze konden volgen zou alles natuurlijk veel langzamer in zijn werk gaan. Wel werden als monster van elk perceel van 5 KG. de hoeveelheid zieke knollen bij het rooien bepaald en later de hoeveelheid, die hierin na droog bewaren te vinden was, gewogen.

In 1923 eindelijk werden wel de achtergebleven zieke knollen gewogen, maar nu verhinderde een onregelmatige verspreiding der ziekte het verkrijgen van een scherp beeld van den invloed van sproeiing op de opbrengst.

In 1920 werd ook de ervaring opgedaan, hoe moeilijk het is de opbrengst der perceelen afzonderlijk gewogen te krijgen. Bij deze proeven werd alle landwerk verricht door de arbeiders in dienst van den heer Kruseman. Het rooien wordt altijd als stukloon betaald waardoor de arbeiders geneigd zijn het zeer vlug te doen. Als men niet voortdurend oplet zijn in een oogwenk de zakken met opbrengst van eenige perceelen bij elkander geplaatst en de kans op verkrijgen van een gewenscht cijfer is verkeken.

Door dergelijke tegenslagen moet het ontbreken van eenige zeer belangrijke cijfers in de opbrengsttabellen van 1920 verklaard worden.

e. Invloed van uitwendige omstandigheden. Zooals op pg. 21 al besproken is, was het beeld der epidemie zéér verschillend in de 5 opeenvolgende zomers, zóó verschillend, dat het wel voornamelijk hieraan te wijten is, dat er geen duidelijker resultaten verkregen zijn. In 1919 en 1920 — in de jaren, dat nog de ervaring voor de proeven moest worden opgedaan, viel de ziekte vrij vroeg en zéér vroeg in en was het verloop snel. In 1920 werkten alle factoren mede tot het verkrijgen van scherpe resultaten. Gemeend werd, dan ook dat de leemten, die bij de proeven waren gebleven, gemakkelijk aan te vullen zouden zijn.

In 1921 echter in den zeer drogen zomer bleef het geheele proefveld vrij van Phytophthora en waren de proefperceelen afgestorven en gerooid toen op 21 Sept. in late soorten de eerste vlekken te vinden waren.

In 1922 viel de ziekte laat in op 15 Augustus en verspreidde zich langzaam, maar wel regelmatig. In dit jaar konden veel cijfers over den invloed op verbreiding in het loof verzameld worden; de invloed op de opbrengst viel echter niet mede, daar de planten alle zeer lang groen bleven en de knollen daardoor abnormaal lang aan besmetting bloot stonden.

In 1923 eindelijk verscheen de ziekte zéér laat op 16 Augustus. Hierop volgde een zeer natte, koele periode. Desalniettemin breidde de ziekte zich zeer langzaam uit, en wat een zeer ongewoon verschijnsel is, zelfs in de ongesproeide zoo vatbare Zeeuwsche Blauwen bleef de aantasting zeer onregelmatig in het proefveld voorkomen, zoodat men onder de ongesproeide perceelen naast zeer zieke ook vrijwel gezonde kon vinden. Dit verschijnsel maakte een bepaling van den invloed van de sproeiingen op loofaantasting en knolopbrengst natuurlijk onmogelijk.

§ 2. Uitkomsten der proeven in den IJpolder en in den Wilhelminapolder

a. Gestelde vragen. De proeven waren ingericht ter beantwoording van de volgende vragen:

1°. Op welk tijdstip in verband met oogenblik van uitbreken van de aardappelziekte heeft éénmaal sproeien het grootste nut?

2°. Wat voor uitwerking heeft een herhaling van het sproeien?

3°. Heeft een vroegtijdig sproeien van den bodem invloed?

Deze laatste vraag werd gesteld uit de overweging, dat Phytophthora infestans zeer mogelijk in den grond overwintert.

b. Uitkomsten 1919. In dit jaar waren de proeven alleen oriënteerend.

Uitkomsten kunnen niet gepubliceerd worden.

c. 1920. Invloed op de loofaantasting. Het proefveld was ingericht ter beantwoording van vraag 1°. en 2°.

De gebruikte soorten waren Zeeuwsche Bonten, Zeeuwsche Blauwen en Eigenheimers. De Blauwen waren door de Groninger Zaaizaadvereeniging als mozaïekvrij geleverd en waren in het algemeen beter dan de Bonten.

Vóór het uitbreken der ziekte was de stand van het gewas regelmatig.

Op 7 Juli werd het eerste zieke blaadje in de Bonten gevonden en bleken in alle akkers zeer verspreid zieke blaadjes te vinden. 13 Juli werd de eerste vlek in de Eigenheimers gevonden.

Om te weten welk oogenblik het sproeien het meeste effect had gehad, werd vanaf 18 Juni met tusschenpoos van ± 10 dagen telkens een per-

TABEL 9. Uitwerking van sproeiing op verschillend tijdstip op de mate van loofaantasting en opbrengst. 1920 Halfweg.

Influence of the moment of application of the spray on the degree of foliage infection and weight of yield. 1920 Halfweg.

perceel	Sproeidata	keuringscijfers op					som van keurings cijfers	opbrengst			surplus als % van opbrengst van controle perceel		% knollen na rooien ziek
		15/7	21/7	26/7	3/8	9/8		totaal	groote knollen	gezonde knollen	totaal	groote kn.	
	Zeeuwsche Bonten (7 Juli eerste aant.												
N° 1	26 Juni	10 %	9	4	1	0	14	134 K.G.	90 K.G.	125 K.G.	158 %	400 %	5.1
„ 2	7 Juli	21 „	6	4	2	0	12	133 „	75 „	125 „	156 „	317 „	6.1
„ 3	16 Juli	38 „	2	2	2	0	6	103 „	52 „	91 „	100 „	189 „	12
„ 4	18 Juni, 7 Juli	0 „	8	5	4	0	17	135 „	54 „	129 „	160 „	311 „	4.4
„ 5	ongesproeid	40 „	2	0	0	0	2	52 „	18 „	46 „	—	—	12
	Eigenheimers (13 Juli eerste aantast.)												
N° 1	26 Juli	0 %	10	6	7	2	25	—	—	—	—	—	—
„ 2	7 Juli	4 „	9	7	8	3	27	252 K.G.[1])	—	—	102 %	—	—
„ 3	16 Juli	7 „	7	4	6	3	20	173 „	142 K.G.	—	38 „	—	—
„ 4	18 Juni, 3 Juli	7 „	10	8	8	3	29	—	—	—	—	—	—
„ 5	ongesproeid	0 „	7	4	3	1	15	125 „	—	—	—	—	—
	Zeeuwsche Blauwen (7 Juli eerste aant.)												
N° 1	18 Juni	10 %	8	5	3	0	16	—	—	—	—	—	—
„ 2	26 Juni	10 „	8	5	4	0	17	146 K.G.	88 K.G.	143 K.G.	5 %	22 %	2.3
„ 3	7 Juli	9 „	6	5	4	1	16	136 „	83 „	126 „	11 „	15 „	7.5
„ 4	16 Juli	8 „	2	2	3	1	8	148 „	70 „	137 „	4 „	3 „	7.5
„ 5	18 Juni, 3 Juli	10 „	8	7	6	2	23	149 „	96 „	137 „	3 „	33 „	7.7
„ 6	18 Juni, 7 Juli	9 „	8	5	6	1	20	—	—	—	—	—	—
„ 7	18 Juni, 9 Juli	10 „	8	8	7	3	26	—	—	—	—	—	—
„ 8	18 Juni, 9 Juli, 27 Juli	10 „	8	8	8	5	29	—	—	—	—	—	—
„ 9	ongesproeid	8 „	2	1	1	0	4	154 „	72 „	132 „	—	—	14

[1]) Uit $^1/_7$ perceel,

ceel van de 3 gebruikte soorten gesproeid. Daar in 1920 de ziekte op verschillende plaatsen van ons land begin Juni aanwezig was, werd één perceel al zeer vroeg, op 8 Juni gesproeid.

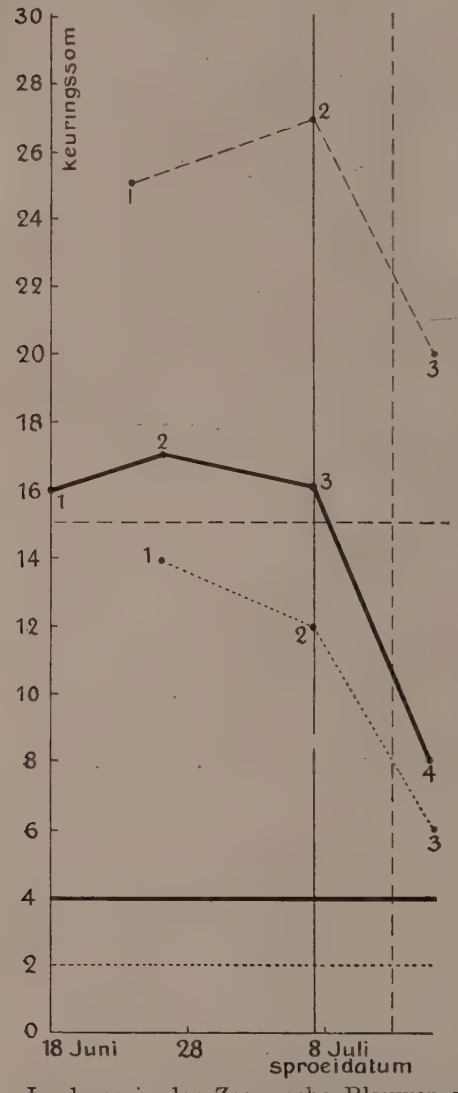


FIG. 2. 1920. Invloed van tijdstip voor éénmaal sproeien op loofaantasting.
— Blauwen.
--- Eigenheimers.
.... Bonten.
Cijfers in grafiek geven No. von perceel (Zie tab. 9).
Horizontale lijnen geven de aantasting van ongesproeide perceelen.
Vertikale lijnen geven den datum van uitbreken in de soort aan.

1920. *Influence of the moment of application of a single spray on the degree of foliage infection.*
— *Blauwen.*
--- *Eigenheimers.*
.... *Bonten.*
Figures in the graph mark the no. of plot (Table 9).
Horizontal lines mark the degree of infection in unsprayed check plots.
Vertical lines mark the date of outbreak in the variety.

In de serie der Zeeuwsche Blauwen werden 2 perceelen resp. voor de tweede en derde maal gesproeid, toen de ziekte eenmaal aanwezig was.

In Tabel 9 vindt men alle opgaven over loofaantasting en opbrengst der perceelen bij elkaar gebracht.

Achtereenvolgens 5 maal werd de mate van verbreiding van de ziekte in het loof bepaald met de keuringscijfers (zie pag. 22).

De eerste maal op 15 Juli, toen de uitbreiding van de ziekte nog zeer gering was, kon een globale keuring voor een cijfer niet plaats vinden. Aangeteekend werd toen hoe groot het percentage planten in elk perceel was, dat eenig vlekje vertoonde. De % zijn in Tab. 9 opgenomen. In de grafieken zijn steeds de sommen der keuringscijfers dus der 4 latere keuringen verwerkt.

Fig. 2 geeft den invloed aan, die een sproeiing op verschillend tijdstip op de snelheid van verspreiding in het loof had bij de 3 gebruikte soorten.

Scherp is bij de 3 series te zien, dat het sproeien vóór het uitbreken verreweg den meesten invloed heeft.

Gelijk met het uitbreken op een oogenblik, dat de verspreiding nog zéér gering was (zie Tab. 9) heeft dit nog een gunstige uitwerking, hoewel al minder dan de sproeiing er vóór. Sproeien, nadat de ziekte er al eenige dagen is, heeft zéér weinig uitwerking gehad.

In fig. 3 is de invloed in beeld gebracht van een herhaling van het sproeien ook nadat de ziekte zich reeds vertoond had, welke proef alleen met Blauwen genomen werd.

Het blijkt, dat alle lijnen een duidelijke stijging aanwijzen. Terwijl de eerste sproeiing op 18 Juni al een gunstigen invloed had, worden de keuringssommen aanzienlijk hooger bij de beide voor de 2de maal gesproeide perceelen en overtreffen alle éénmaal gesproeide (zie fig. 2). Het perceel, dat op 27 Juli voor de derde maal gesproeid is, heeft de hoogste keuringscijfers bereikt.

Het resultaat van de sproeiproeven voor de aantasting van het loof in 1920 is:

1°. *Sproeien vóór het uitbreken der ziekte heeft een gunstige uitwerking.*
2°. *De herhaling van het sproeien bij eerste waarneming van Phytophthora vlekken heeft de beste uitwerking.*
3°. *Voor de eerste maal sproeien, wanneer reeds een geringe aantasting te zien is, mist alle uitwerking.*

d. Invloed op de opbrengst. Nu is een beperking van de aantasting van het loof alleen van belang, wanneer dit ook samen gaat met een verhooging van de opbrengst.

De opbrengst der perceelen werd dus gewogen — groote en kleine knollen afzonderlijk. Van elk perceel werd een monster van 50 knollen bewaard om na te gaan hoeveel „gezond gerooide" knollen later nog ziek werden. Zooals op pag. 23 is uiteengezet ontbreken eenige belangrijke cijfers. Voor zoover aanwezig zijn alle cijfers in tab. 9 opgenomen. Van perceel 2 der Eigenheimers is de opbrengst bepaald van slechts $^1/_7$ van het perceel. Daar het gewas echter zeer regelmatig stond is het cijfer in tab. 9 opgenomen waarschijnlijk toch wel bruikbaar.

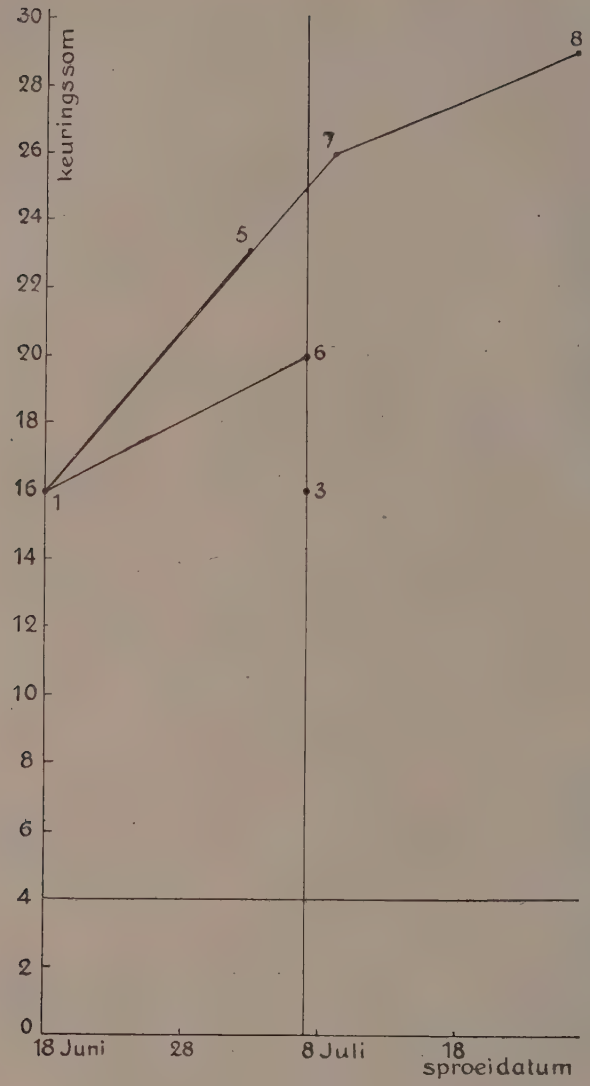


FIG. 3. 1920. Invloed van herhaling van sproeien op loofaantasting in Blauwen.

De lijnen verbinden de keuringssommen van een perceel op een bepaalden datum hersproeid en van een perceel slechts op de eerste van beide data gesproeid. Een punt niet door lijnen verbonden geeft de keuringssom van een perceel alleen op datum van hersproeiing gesproeid.

Cijfers in grafiek geven no. van perceel.

(Zie Tab. 9).

Horizontale en vertikale als fig. 2.

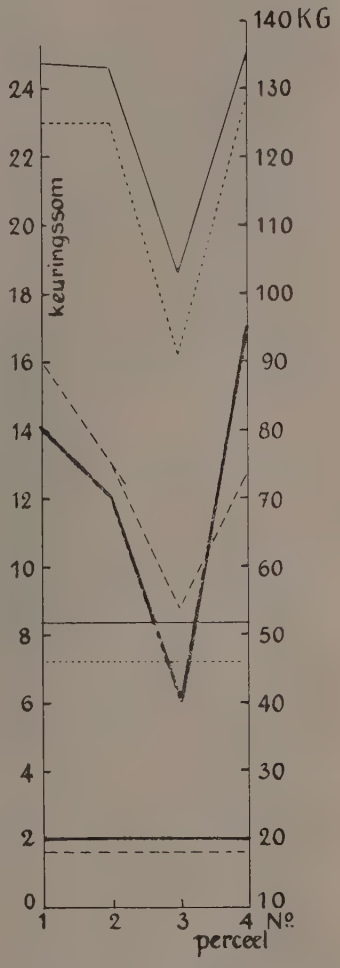
FIG. 3. 1920. *Influence of further application of a spray on the degree of foliage infection of Blauwen.*

A line connects the number for a plot sprayed only once and a plot sprayed on the same date and for a second time on a later date. A dot not connected by lines marks the number for a plot sprayed only on this second date.

In fig. 4—6 zijn de totale opbrengsten en opbrengsten van groote knollen uitgezet. Tevens is de werkelijk gezonde opbrengst berekend uit de percentages later ziek geworden knollen in de bewaarde monsters uitgezet.

Bij Bonten en Eigenheimers ziet men een zeer scherp samengaan der opbrengsten met de keuringslijnen. De mate van bladaantasting blijkt hier de grootte der opbrengst te bepalen.

Bij de Blauwen is dit niet het geval. De totale opbrengst van alle perceelen blijft zelfs onder die van het controleperceel. De opbrengst der groote knollen blijkt echter wel gelijken tred te houden met het verloop der keuringslijn. Wat hier aan de hand is, is niet nader te verklaren. Denk-



FIF. 4. Vergelijking van aantasting voor loof en opbrengst voor Bonten.
— mate van loofaantasting.
— Gezond gerooide opbrengst in K.G.
--- Gezond gerooide opbrengst van groote knollen.
.... Gezonde opbrengst berekend uit % later gevonden zieke.
Voor no. perceel zie tab. 9.
Horizontale lijnen geven den uitslag voor ongesproeide perceelen.

FIG. 4. *Comparison of the degree of foliage infection and the yield for Bonten.*
— *degree of foliage infection.*
— *yield of tubers sound when dug in Kilo.*
--- *yield of tubers in marketable size id.*
.... *net sound yield after subtraction of the % of tubers blighted during storage.*
For no. of plot see table 9.
Horizontal lines mark the results of an unsprayed plots.
Left ordinate marks numbers for the degree of foliage infection.

baar is dat het verloop der lijnen een ander aanzien zou hebben, indien ook het gewicht der zieke op het land achtergebleven knollen bepaald was.

In tab. 9 zijn de verschillen in opbrengst opgegeven als % van de opbrengst van het ongesproeide perceel berekend. De grootste uitwerking op de opbrengst blijkt het sproeien bij de Bonten te hebben gehad (max. 160 %), dat wel hieraan zal moeten toegeschreven, dat de ongesproeide

perceelen zoo verbazend snel afgestorven waren (op 26 Juli, zie Tab. 9).

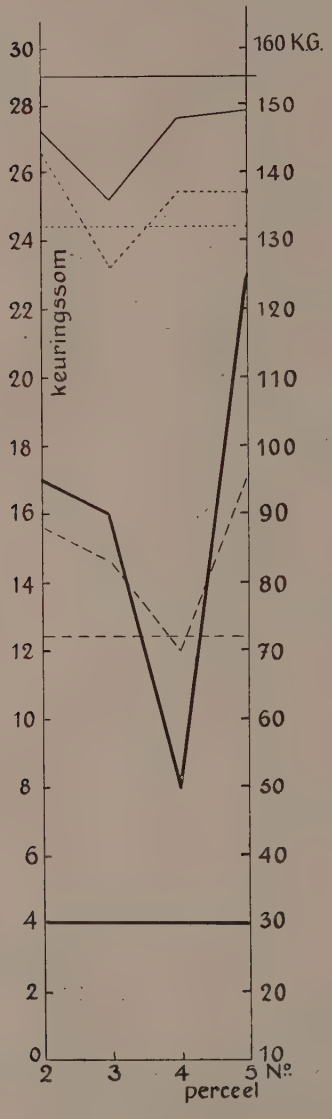


Fig. 5. 1920. Blauwen. Als fig. 4.

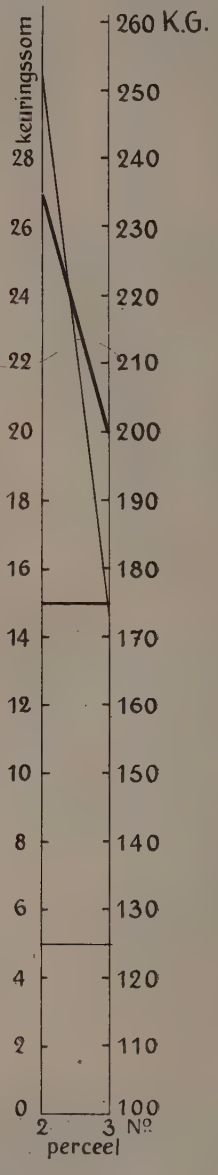


Fig. 6. 1920. Eigenheimers. Als fig. 4.

e. Uitkomsten in 1921. De uitkomsten in 1920 gekregen, waar

men zulk een belangrijk verschil verkreeg door het oogenblik van sproeien verschillend te kiezen, stelden de wenschelijkheid zeer in het licht deze proeven te herhalen en aan te vullen.

In 1921 mislukten door uitblijven van Phytophthora de ingestelde sproeiproeven.

f. 1922. Invloed op de loofaantasting In 1922 werd nu getracht een aanvulling van deze getallen te krijgen en als derde vraag den invloed van een vroege grondsproeiing na te gaan.

Gewerkt werd met Eigenheimers en Bonten, telkens met 2 series van 13 perceelen met poters van verschillende herkomst beplant. Tusschen de series C en D der Eigenheimers was een groot verschil. D was een goedgekeurd zeer mozaïekvrij gewas. C echter had van allerlei kwalen te lijden en stond veel minder goed toen de ziekte eenmaal uitbrak. In de series A en B der Bonten was weinig verschil in stand.

Het aantal planten per perceel was 228 (12 rijen van 19 planten).

De ziekte brak laat uit. Op 15 Augustus werden de eerste aangetaste planten gevonden in de Bonten. In de ongesproeide perceelen no. 11, 12 en 13 kwamen 5 vrij sterk aangetaste planten voor. Op 16 Augustus bleken in deze perceelen 19 zieke planten te zijn = 2.75%.

Op 22 Augustus was één ziek blaadje in de Eigenheimers te vinden.

In tab. 10 zijn de bijzonderheden van alle perceelen opgenomen. Gekeurd werd op dezelfde wijze als in 1920.

In fig. 7 zijn bij elkander gezet alle perceelen van de 4 reeksen die éénmaal gesproeid werden op verschillend tijdstip. De beide vertikalen geven het oogenblik van uitbreken in Bonten en Eigenheimers aan.
Weer ziet men een zeer scherp verschil tusschen de perceelen Bonten die 10 dagen vóór en die één dag na het uitbreken van de ziekte waren gesproeid. Op dien dag vertoonden toch echter pas 2.75% van de planten een enkel ziek blaadje. De sproeiing voor het eerst nadat de ziekte een week is doorgegaan blijkt geen noemenswaard effect te hebben gehad.

Bij de Eigenheimers is een perceel voor het eerst gesproeid op 22 Augustus, toen in elk ongesproeid perceel slechts één ziek blaadje te vinden was. Deze sproeiing heeft een zeer gunstig effect op de loofaantasting gehad, gelijk met een sproeiing 17 dagen vroeger verricht. Een perceel Eigenheimers een week na het uitbreken voor het eerst gesproeid ontbreekt, daar in dien tijd zeer veel regen viel, waardoor niet gesproeid kon worden.

Uit fig. 7 blijken de zeer vroege sproeiingen bij het zeer laat uitbreken van de ziekte geen effect te hebben gehad. De op 10 Juli gesproeide perceelen gedroegen zich vrijwel gelijk aan de controleperceelen. 19 Juli heeft echter al duidelijk invloed, ongeveer gelijk staande met dien van de sproeiing voor het eerst op het oogenblik van eerste waarneming. Dit

TABEL 10. Uitwerking van sproeiing op verschillend tijdstip op mate van loofaantasting en opbrengst. IJpolder 1922.

Influence of the moment of application of the spray on the degree in which the foliage was attacked and on the weight of the yield. Halfweg 1922.

Perceel	Sproeidata	keuringscijfer op 26/8	7/9	20/9	25/9	2/10	keuringssommen	opbrengst totaal	groote knollen	na aftrek later gev. zieke	surplus als % van opbrengst v. controle perceel totaal	groote knollen	% knollen na rooien ziek
	Serie A. Bonten (15 Aug. eerste aantasting)												
N° 1	12 Juni	8	6	0	0	0	14	153.5 K.G.	80.5 K.G.	152.5 K.G.	— 10 %	— 16.1 %	0.8 %
„ 2	12 Juni, 19 Juli	7	7	1	0	0	15	153.5 „	65 „	148 „	— 10 „	— 32.3 „	3.5 „
„ 3	12 Juni, 26 Juni, 10 Juli 5 Aug. 22 Aug.	10	9	7	4	1	31	161.5 „	64 „	161.5 „	— 5.5 „	— 34.9 „	0 „
„ 4	26 Juni 10 Juli 5 Aug., 22 Aug.	10	9	6	3	1	29	167 „	63.5 „	167 „	— 2.4 „	— 34.4 „	0 „
„ 5	26 Juni, 19 Juli, 16 Aug	9	7	4	2	1	23	144 „	69 „	144 „	— 16 „	— 28 „	0 „
„ 6	26 Juni, 19 Juli	8	5	1	0	0	14	144.5 „	79 „	141 „	— 15.6 „	— 18 „	2.3 „
„ 7	26 Juni	7	3	1	0	0	11	147.5 „	82 „	145.5 „	— 13.7 „	— 8.3 „	1.4 „
„ 8	10 Juli	6	3	0	0	0	9	149.5 „	87.5 „	144.5 „	— 12.6 „	— 8.9 „	3.3 „
„ 9	19 Juli	8	6	1	0	0	15	151.5 „	88 „	147.5 „	— 11.4 „	— 6.3 „	2.6 „
„ 10	5 Aug.	9	8	4	1	1	23	159.5 „	96 „	157.5 „	— 6.7 „	0 „	1.1 „
„ 11	16 Aug.	7	7	3	1	0	18	153.5 „	91.5 „	150 „	— 10 „	— 4.7 „	2.2 „
„ 12	22 Aug.	5	3	1	1	0	10	163.5 „	100 „	161.5 „	— 4.4 „	+ 4.2 „	1.1 „
„ 13	ongesproeid	5	2	0	0	0	7	171 „	96 „	165.5 „	—	—	3.3 „
	Serie B. Bonten (15 Aug. eerste aantasting)												
N° 1	12 Juni	9	7	1	0	0	17	149 „	56 K.G.	142 K.G.	— 8 %	— 3.4 %	4.4 %
„ 2	12 Juni, 19 Juli	8	7	1	0	0	16	164.5 „	64 „	164.5 „	+ 1.2 „	+ 10.3 „	0 „
„ 3	12 Juni, 26 Juni, 10 Juli 5 Aug. 22 Aug.	10	9	6	4	1	30	164 „	69 „	164 „	+ 0.9 „	+ 19 „	1 „
„ 4	26 Juni, 10 Juli, 5 Aug. 22 Aug.	9	9	6	3	1	28	167.5 „	64.5 „	167.5 „	+ 3.3 „	+ 10.2 „	0 „
„ 5	26 juni 19 Juli 16 Aug.,	9	8	4	2	0	23	163.5 „	58 „	163.5 „	+ 0.8 „	0 „	0 „
„ 6	26 Juni, 19 Juli	9	6	1	0	0	16	157.5 „	51 „	153 „	— 2,9 „	— 12 „	2.6 „
„ 7	26 Juni	5	1	0	0	0	6	150.5 „	59 „	134.5 „	— 7.2 „	+ 1.8 „	9.8 „

„ 9	19 Juli	7	6	1	0	0	14	161.5 „	57.5 „	151. „	− 0.4 „	− 0.9 „	5.5 „
„ 10	5 Aug.	9	8	3	0	0	20	175.5 „	68 „	164 „	+ 8.2 „	+ 18 „	5.8 „
„ 11	16 Aug.	5	5	2	1	0	13	162 „	67 „	137 „	− 0.1 „	+ 15.5 „	11.7 „
„ 12	22 Aug.	4	3	0	0	0	7	162.5 „	65 „	162.5 „	+ 0.2 „	+ 12 „	0 „
„ 13	ongesproeid	4	1	0	0	0	5	162 „	58 „	158 „	—	—	2.2 „
	Serie C. Eigenheimer (22 Aug. eerste aant.)												
N° 1	12 Juni	9	8	2	1	0	20	75.5 K.G.	41.5 K.G.	69.5 K.G.	− 19 %	− 14.7 %	7 %
„ 2	12 Juni, 19 Juli	9	8	3	2	1	23	74.5 „	42 „	74.5 „	− 20 „	− 13.4 „	0 „
„ 3	12 Juni, 26 Juni, 10 Juli 5 Aug., 22 Aug.	10	9	7	7	4	37	75 „	41.5 „	73.5 „	− 20 „	− 14.7 „	1.5 „
„ 4	26 Juni, 10 Juli, 5 Aug., 22 Aug.	10	9	9	7	4	39	80 „	46 „	77.5 „	− 14.1 „	− 5.1 „	3.2 „
„ 5	26 Juni 19 Juli, 16 Aug.	10	9	8	6	2	35	91.5 „	55 „	89 „	− 1.6 „	+ 13.4 „	2.4 „
„ 6	26 Juni, 19 Juli	10	9	3	1	1	24	82.5 „	45 „	78 „	− 10.3 „	− 7.2 „	5.2 „
„ 7	26 Juni	9	8	2	1	0	20	85.5 „	50.5 „	85.5 „	− 7 „	+ 4.1 „	0 „
„ 8	10 Juli	9	7	3	1	0	20	84 „	46.5 „	81.5 „	− 6.5 „	− 4.1 „	2.7 „
„ 9	19 Juli	9	8	6	1	0	24	93.5 „	58.5 „	88 „	+ 1.7 „	+ 20.6 „	5.8 „
„ 10	5 Aug.	9	9	7	4	1	30	89 „	49.5 „	86.5 „	− 3.3 „	+ 2 „	2.6 „
„ 11	22 Aug.	8	9	7	5	2	31	101 „	57 „	101 „	+ 9.5 „	+ 17.5 „	0 „
„ 12	ongesproeid	9	7	3	2	0	21 } 19	93 } 93 „	54 } 48.5 „	88 „	—	—	5.5 „
„ 13	„	7	6	2	2	0	17 }	92 }	43 }	83 „	—	—	10 „
	Serie D. Eigenheimer (22 Aug. eerste aant.)												
N° 1	12 Juni	9	7	3	1	1	21	145 K.G.	91 K.G.	141.5 K.G.	− 11 %	− 28.3 %	2.5 %
„ 2	12 Juni, 19 Juli	9	8	5	2	1	25	132 „	90.5 „	128.5 „	− 19.1 „	− 28.7 „	1.6 „
„ 3	12 Juni, 26 Juni, 10 Juli 5 Aug., 22 Aug.	10	9	8	6	4	37	165 „	115 „	165 „	+ 1.2 „	− 9.4 „	0 „
„ 4	26 Juni, 10 Juli, 5 Aug., 22 Aug.	10	9	8	6	4	37	171.5 „	126.5 „	168.5 „	+ 5.2 „	− 3.1 „	1.7 „
„ 5	26 Juni, 10 Juli, 16 Aug.	10	8	8	6	3	35	183.5 „	142 „	183.5 „	+ 12.6 „	+ 11.8 „	0 „
„ 6	26 Juni, 19 Juli	10	8	5	2	2	27	141.5 „	105 „	118 „	− 13.2 „	− 17.3 „	15.8 „
„ 7	26 Juni	8	7	2	1	1	19	159.5 „	116 „	140.5 „	− 14.4 „	− 8.6 „	12 „
„ 8	10 Juli	8	7	3	1	0	19	164.5 „	132 „	146 „	+ 0.9 „	+ 3.9 „	11.1 „
„ 9	19 Juli	9	8	5	1	1	24	172 „	145.5 „	166 „	+ 5.5 „	+ 14.9 „	3.6 „
„ 10	5 Aug.	10	9	7	5	3	34	184 „	138 „	181 „	+ 12.3 „	+ 8.6 „	1.7 „
„ 11	22 Aug.	9	8	6	6	4	33	195.5 „	165 „	185.5 „	+ 20 „	+ 29.9 „	4.9 „
„ 12	ongesproeid	7	7	3	2	1	20 }	186 }	149.5 }	177.5 „	—	—	4.6 „
„ 13	„	7	6	3	1	1	18 } 19	156 } 163	115 } 127	147.5 „	—	—	5,5 „
„ 14	„	7	7	4	2	0	20 }	147 }	115.5 }	139.5 „	—	—	5. „

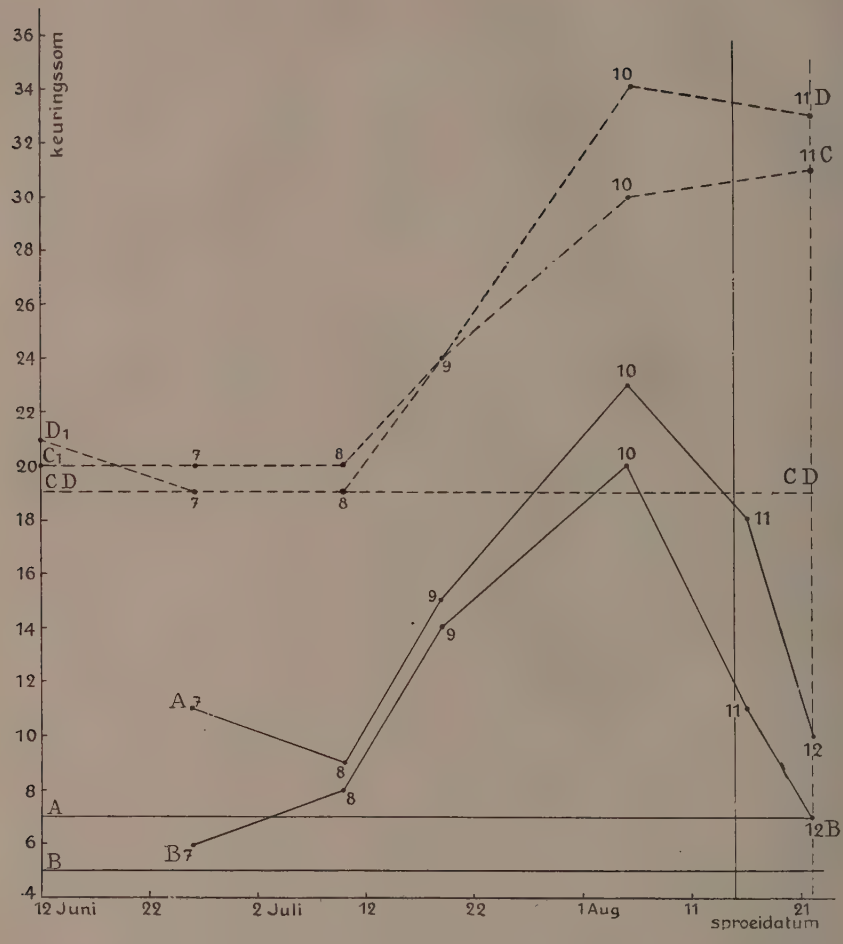


FIG. 7. 1922. Invloed van het tijdstip van éénmaal sproeien op de loofaantasting.

— Bonten Serie A en B. --- Eigenheimers Serie C en D.
Cijfers in grafiek geven no. van perceel (Tab. 10).
Horizontale lijnen geven de aantasting van ongesproeide perceelen.
Vertikale lijnen geven den datum van uitbreken in de soort aan.

1922. Influence of the moment of the application of a single spray on the degree of the foliage infection.

— Bonten. Serie A and B. --- Eigenheimers. Serie C and D.
Figures in graph give no. of plot (table 10).
Horizontal lines mark the degre of foliage infection in unsprayed plots.
Vertical lines mark the date of outbreak in the variety.

wil dus zeggen, dat, hoewel de ziekte pas 4 weken na deze sproeiing uitbrak, deze toch nog eenig effect heeft gehad.

Fig. 8 is op dezelfde wijze ingericht als Fig. 3 1920. Weer ziet men alle lijnen stijgen na een herhaling van het sproeien. Bij de herhaling op 19 Juli, waar het geldt zeer vroeg gesproeide perceelen, stijgt de waarde niet boven de keuringssommen door perceelen op dien dag voor het eerst gesproeid behaald. Worden deze perceelen echter nog eens voor een 3de keer op 16 Augustus gesproeid, dan ziet men een zeer sterke toename. Bij de Bonten zijn perceelen op 16 Augustus voor het eerst gesproeid en men ziet hier, hoe de sproeiing van 19 Juli nog effect heeft en hoe de herhaald gesproeide perceelen ver boven het keuringscijfer uitkomen, dat de alleen op 16 Augustus gesproeide behaalden. Ook wanneer door lang uitblijven van de ziekte het geraden is de sproeiing te herhalen, heeft men veel kans, dat de vroegere sproeiing toch toch nog aandeel heeft in de uitwerking.

Omtrent de herhaling van sproeiing, wanneer de ziekte reeds is doorgegaan, zijn weinig bruikbare gegevens. Wel zijn er 2 perceelen Bonten, die op 22 Augustus nog eens gesproeid zijn (perc. 3 en 4 zie Tab. 10) welke perceelen in alle groepen de grootste keuringscijfers bereiken, maar hun voorgeschiedenis is niet geheel vergelijkbaar. Waarschijnlijk is het gunstig effect wel aan deze laatste sproeiing te danken; bewezen is het echter niet. De nazomer was zeer nat en proeven over den invloed van het doorsproeien, zooals dit in Friesland toegepast wordt, zijn veel beter te nemen, wanneer de ziekte op een meer normaal tijdstip uitbreekt.

De conclusies over den invloed van het sproeien op de voortgang in het loof zijn in 1922 dus overeenkomend met die in 1920, nl.

1°. *Het is noodig te sproeien vóór Phytophthora uitbreekt.*

2°. *De sproeiing moet herhaald worden, wanneer Phytophthora lang, bv. 3 weken uitblijft.*

3° *Een tweede sproeiing op het oogenblik van eerste waarneming van de schimmel kan zeer veel effect hebben.*

4°. *Een eerste sproeiing op het oogenblik, dat Phytophthora reeds duidelijk in de soort aanwezig is, kan achterwege blijven.*

Toen de planten nog zeer weinig ontwikkeld waren op 12 Juni werd de grond gesproeid van 3 perceelen van Serie A—D (no. 1—3). De mogelijkheid was denkbaar, dat bij een overwintering in den grond, sproeien van den grond de ontwikkeling van de schimmel zou belemmeren, wat aan een later niet primair uitbreken van de ziekte in zulk een perceel zou te merken zijn.

De 3 vroeggesproeide perceelen (no. 1, 2 en 3) uit elke serie kunnen vergeleken worden met 3 overigens gelijk behandelde nl. No. 13, 9 en 4 (zie tab. 10).

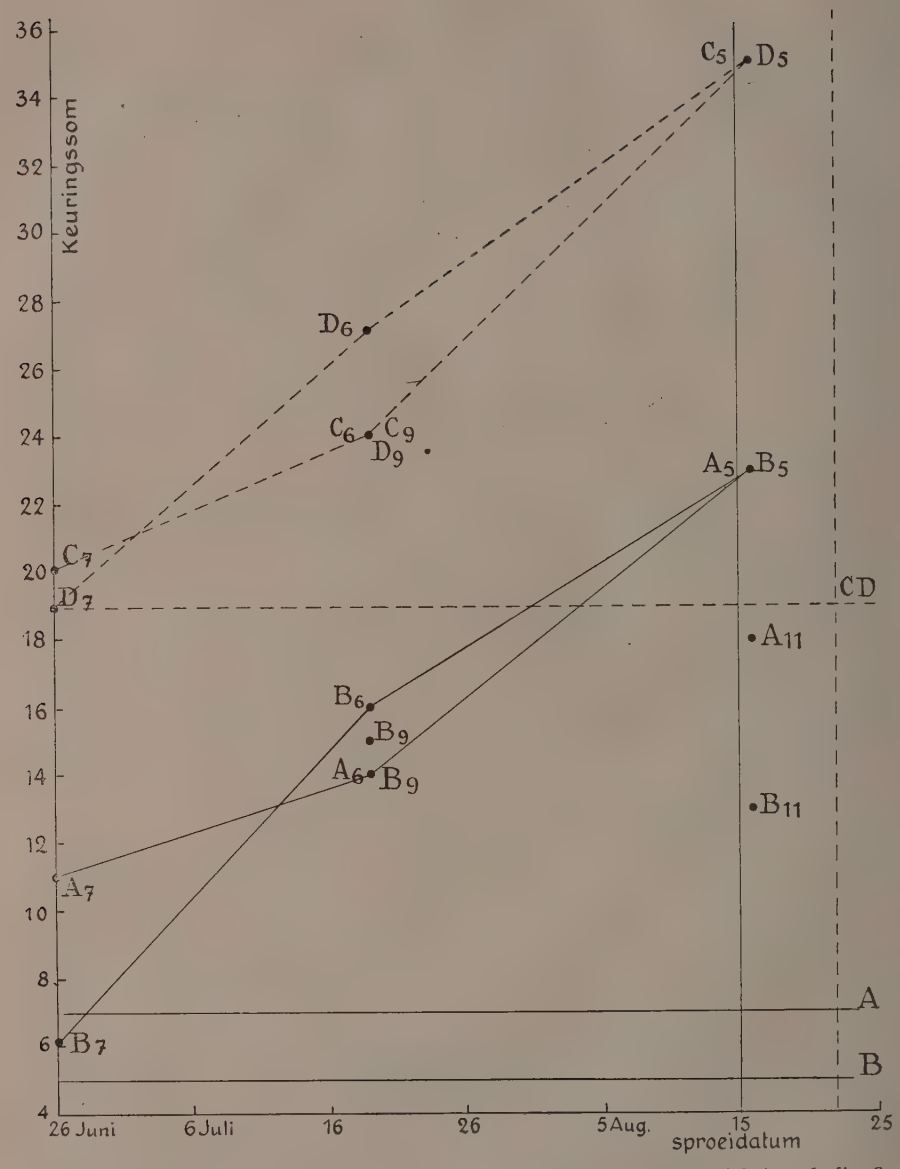


FIG. 8. 1922. Invloed van herhaald sproeien op de loofaantasting. Inrichting als fig. 3 Overigens als fig. 7.

1922. Influence of a further applications of the spray on the degree of the foliage infection. Construction of the graph as in fig. 3. For the rest as in fig. 7.

Wanneer men het verloop van de eerste keuring op 26 Aug. nagaat, kan men een aanwijzing krijgen over het oogenblik van eerste optreden. Gevonden wordt, dat de keuringen voor de te vergelijken perceelen gelijk uitvallen.

Uit de som der keuringscijfers is op te maken of op den duur eenig verschil te zien was — echter ook hier geen verschil tusschen de wel en niet behandelde.

De eenige perceelen die hier echter uitvallen zijn de beide perceelen no. 1 van de Bonten. Door een vergissing van den sproeier werden deze op 19 Juli gesproeid en toen hij zijn vergissing bemerkte weer met water afgespoeld. In hun keuringscijfers bleven zij echter steeds veel hooger dan verwacht kon worden (een surplus van 7 en 12 punten). De sproeiing op 19 Juli alleen gaf een surplus van 8 en 9 punten, dus weinig verschillend van deze afgespoelde. Daar met de keuringscijfers een dergelijke fout scherp uitgemaakt kan worden, blijken zij een betrouwbare werkmethode te geven.

Dezelfde proef werd in den Wilhelminapolder genomen. De grond van een perceel Bonten werd toen de planten nog zeer jong waren gesproeid. Toen de ziekte eenmaal optrad, was er niet het minste verschil in loofaantasting van dit perceel met het overige veld, waarvan de grond ongesproeid was gebleven.

Sproeiing van den grond alleen heeft geen invloed op het optreden van Phytophthora.

g. Invloed van sproeiing op de opbrengst. Nu moet echter weer het verband tusschen de mate van aantasting van het loof en de grootte van de opbrengst nagegaan worden.

In Fig. 9—12 wordt het verloop van de lijn der keuringssommen vergeleken met die voor de opbrengst van gezond gerooide knollen. Zij zijn ingericht als fig. 4, 5 en 6 in 1920.

In tab 10 vindt men de toe(af)name van de opbrengst gegeven, uitgedrukt als % van die van een ongesproeid perceel.

Bij eersten oogopslag is te zien, dat het verband, dat in 1920 bij Bonten en Eigenheimers zoo scherp aanwezig was, nu totaal ontbreekt. In fig. 9 voor Bonten Serie A ziet men het ongesproeide perceel onder de 13 perceelen de grootste opbrengst hebben, zoowel totaal als voor groote knollen.

In fig. 10 Bonten Serie B ziet men een flauw samengaan van hoogste opbrengst aan groote knollen met de maxima der keuringssommen. Terwijl echter in 1920 bij de Bonten de maximale toename 160% was, is dit nu 8.2 % (zie tab. 10), terwijl zelfs perceel 5 Serie A met vrij hooge keuringssom 16 % onder de opbrengst van het controleperceel blijft. Voor de groote knollen alleen was in 1920 de maximale toename 400 %; dit

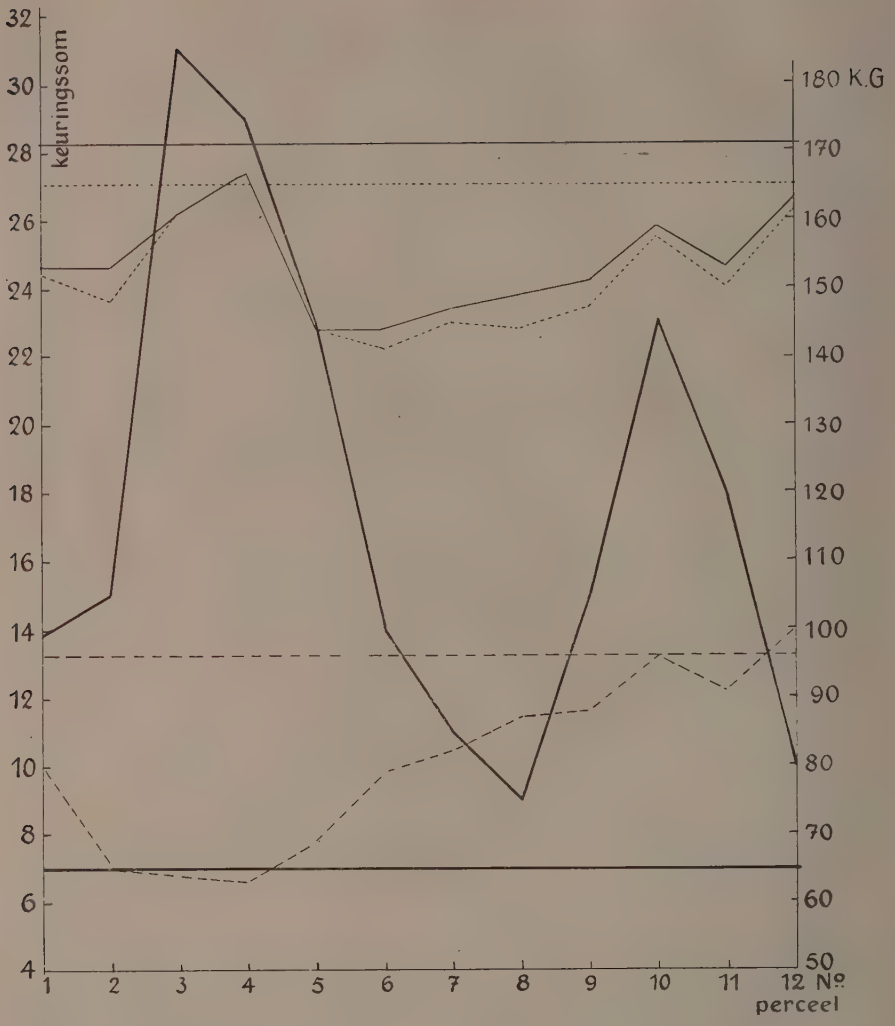


FIG. 9. 1922. Vergelijking van loofaantasting en opbrengst bij Bonten. Serie A.
— mate van loofaantasting.
— gezond gerooide opbrengst.
--- gezond gerooide opbrengst van groote knollen.
.... Gezonde opbrengst berekend uit % later gevonden zieke.
Voor no. perceel zie tab. 10.
Horizontale lijnen geven den uitslag voor ongesproeide perceelen.

1922. Comparison of the degree of the foliage infection and the yield of Bonten. Serie A
— degree of the foliage infection.
— yield of tubers sound when dug in Kilos.
--- yield of tubers in marketable size, id.
.... Net sound yield after subtraction of the % blighted during storage.
For no. of plot see table 10.
Horizontal lines mark the results for unsprayed plots.
The left ordinate marks the numbers for the degree of foliage infection.

jaar blijft perceel 3 Serie A met het hoogste keuringscijfer 34.9 % onder de opbrengst van het controle perceel. Van eenig parallel gaan is dus geen spoor te bekennen.

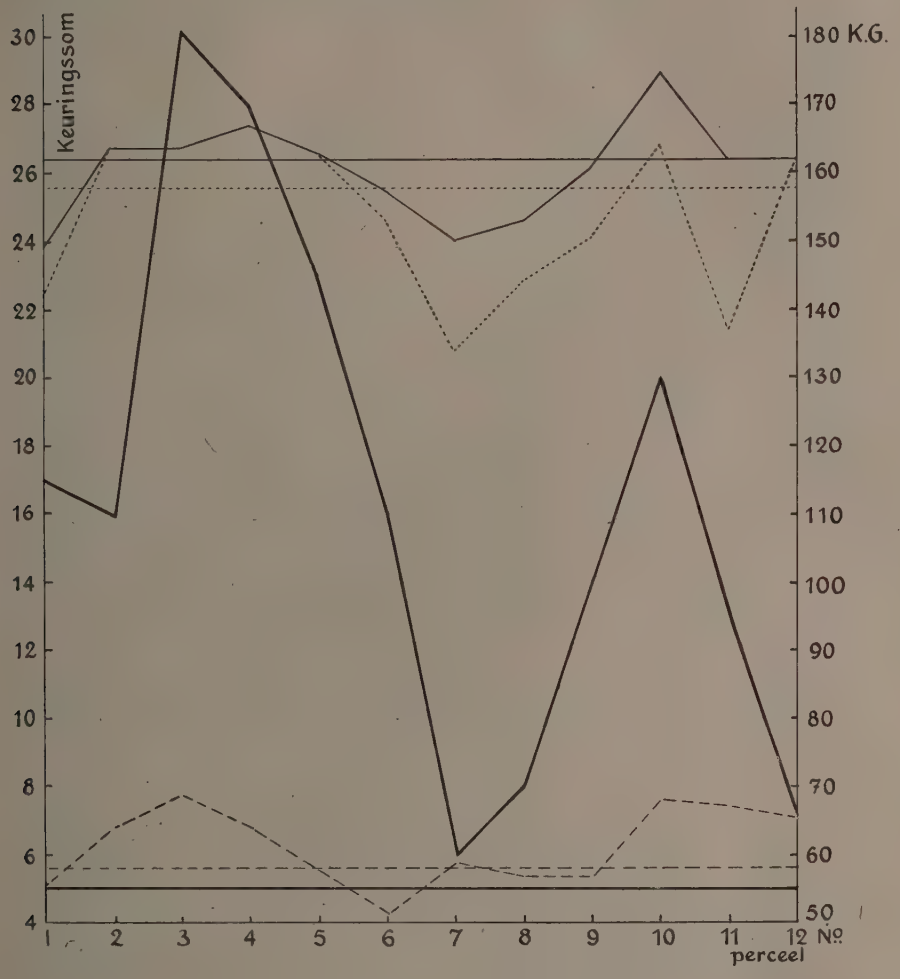


Fig. 10. Als fig. 9 voor Bonten. Serie B.

Bij de Eigenheimers ziet men hetzelfde verschijnsel. Bij vergelijking van fig. 11 met 12 ziet men, dat de opbrengsten van Serie D in het algemeen veel hooger zijn. Dit was dan ook een veel beter gewas dan Serie C te zien gaf. Bij Serie D ziet men in fig. 12 dat de 3 controleperceelen

No. 12, 13 en 14 een zeer verschillende opbrengst gaven. Het gemiddelde hieruit berekend en bij het construeeren van de horizontale controlelijn gebruikt is dus al een veel te willekeurige maatstaf. In fig. 11 heeft de opbrengstlijn vergeleken met de keuringslijn een volmaakt grillig verloop — in fig. 12 ziet men een flauw verband met hooge keuringscijfers —

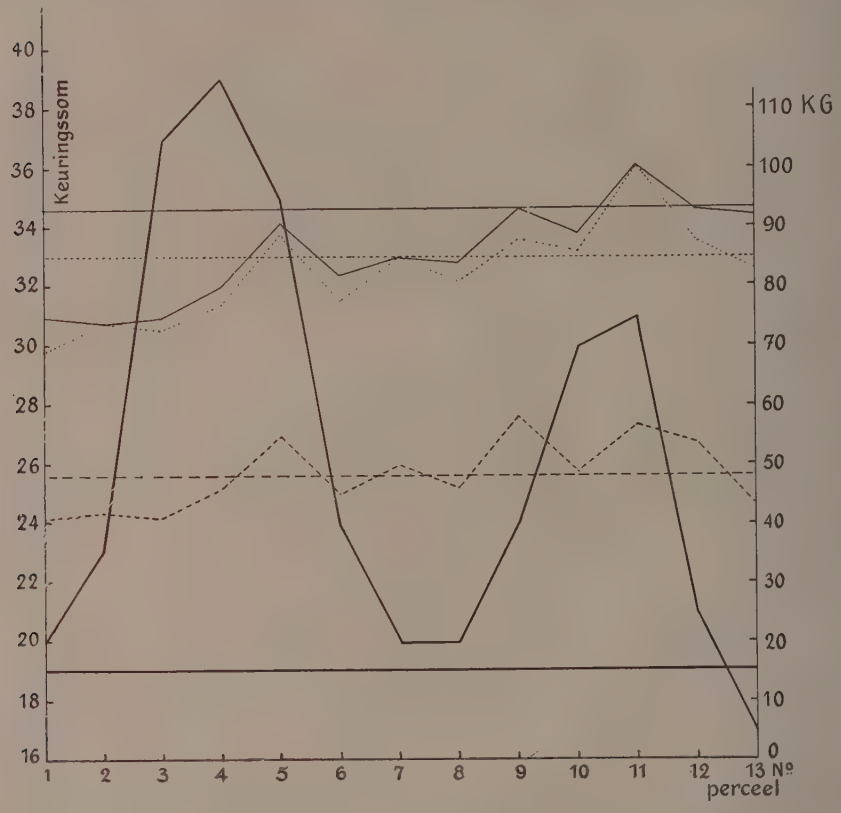


FIG. 11. Als fig. 9 voor Eigenheimers. Serie C.

de vele perceelen, die ver onder het berekende gemiddelde van de 3 controleperceelen blijven maken echter alle verband weer illusoir (zie tab. 10).

Van elk perceel zijn $\pm$ 5 KG. gezond gerooide knollen afzonderlijk droog bewaard en na een maand is het gewichtspercentage zieke knollen, dat nog optrad, hieruit bepaald. Met behulp van deze getallen is de werkelijk gezonde opbrengst voor alle perceelen berekend en in tab. 10 en in fig. 9—12 aangegeven. Echter ook na deze berekening krijgt men geen

beter samengaan van de graad van loofaantasting met de grootte van de opbrengst.

Een verband tusschen de mate van loofaantasting en de grootte van de opbrengst kon niet aangetoond worden.

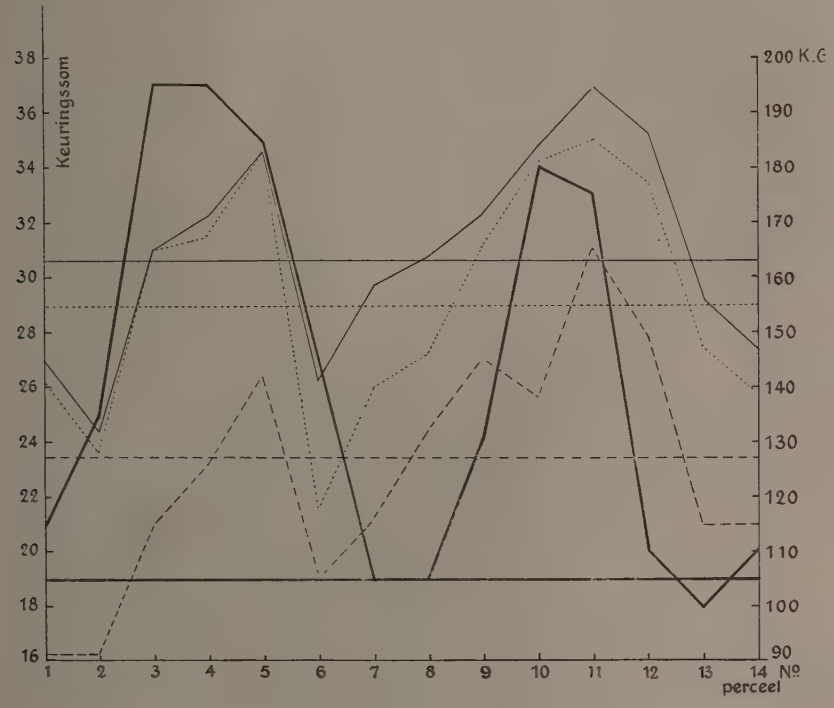


FIG. 12. Als fig. 9 voor Eigenheimers. Serie D.

Er dient echter op gewezen, wat op pag. 23 reeds is besproken, dat de zieke knollen, die op het land achter bleven, hier ook niet zijn gewogen. De cijfers geven dus alleen den invloed aan, die het oogenblik van sproeien uitoefent op de opbrengst aan gezonde knollen, niet dien op de totale opbrengst. Voor een variëteit met vatbaar loof en onvatbare knollen zou dit cijfer wel degelijk van belang kunnen zijn, daar hieruit de invloed zou spreken die vroeger of later afsterven van het loof op de knolvorming had.

Bij vergelijking van het verloop van de krommen in de grafieken 10—12 valt het op, dat de opbrengst van de éénmaal gesproeide perceelen in No. 10—13 altijd hooger ligt dan die van de herhaald gesproeide perceelen. Het is best denkbaar, dat hier een grondfactor in het spel is, daar de perceelen,

waarin deze hooge maxima lagen alle even ver van den IJpolderdijk af lagen en hoewel niet bekend was, dat in het proefveld kwaliteitsverschillen in den grond voorkwamen is het van andere daarnaast liggende perceelen wel bekend. Om hier echter inzicht in te krijgen is ook weer de werkelijke opbrengst onmisbaar, daar deze beter de grondfactoren zou uitdrukken dan de opbrengstcijfers, waarvan een wisselend percentage van zieke knollen is afgetrokken.

h. Sproeiproef in den Wilhelminapolder. In denzelfden zomer van 1922 is een dergelijke sproeiproef in den Wilhelminapolder genomen. Als soort werden Zeeuwsche Bonten gebruikt; de grootte der perceelen was 3 Are.

24 Juni werd door den Heer de Groene voor het eerst een ziek blaadje in den Polder waargenomen in de Bonten; 28 Juli zag hij de eerste infectie in het proefveld.

TABEL 11. Bonten Wilhelminapolder 1922. 28 Juli eerste waarneming in proefveld.

perceel	sproeidatum	keuring op 11 Aug.	opbrengst			surplus als % opbrengst v. controle perceel
			totaal	groote knollen	berekende gezonde	
N°. 1	1 Juli	zeer ziek	804 KG.	411 KG.	756 KG.	6%
N°. 2	11 Juli	weinig ziek	930 „	594 „	828 „	23%
N°. 3	19 Juli	zeer weinig ziek	849 „	522 „	807 „	12%
N°. 4	26 Juli	weinig ziek	810 „	408 „	745 „	7%
N°. 5	2 Aug.	zeer ziek	798 „	405 „	758 „	5%
N°. 6	Ongesproeid	geheel ziek	759 „	438 „	673 „	—
N°. 7	10 en 25 Juli	zeer gezond	1092 „	732 „	—	44%

In Tab. 11 vindt men de sproeidata van de verschillende perceelen en de overige opgaven. Perceel 7 is een perceel van een grooten akker die op 10 Juli en op 25 Juli vlak na de eerste waarneming van Phytophthora gesproeid werd. Van één perceel groot 3 Are is de opbrengst bepaald. Het % zieke is bepaald uit 100 gezond gerooide knollen, die afzonderlijk droog bewaard werden.

11 Augustus werd de mate van uitbreiding in het loof door mij nagegaan welke keuring in tabel 11 is opgenomen.

Uit deze keuring bleek weer, dat sproeiing vóór het uitbreken der ziekte gunstiger werkte dan gelijk met het uitbreken en véél gunstiger dan 5 dagen na het uitbreken. Bij dit laatst gesproeide perceel was zeer weinig

verschil met het ongesproeide te zien. Het allerbeste was echter perceel 7, van te voren en gelijk met uitbreken gesproeid.

Ook op de opbrengst blijkt dit verreweg de gunstigste uitwerking te hebben gehad, nl. een toename van 44 %. Het ongesproeide perceel heeft de laagste opbrengst. Terwijl perceel 3 minder ziek in het loof was dan 2, was de opbrengst van het laatste grooter.

Alhoewel niet zoo scherp als in den IJpolder in 1920 blijkt hier toch in het algemeen een gunstige en tweemaal een zeer gunstige invloed van het vroeg sproeien op de opbrengst.

i. 1923. Invloed op de loofaantasting en opbrengst. Terwijl de resultaten van 1920 en 1921 in den IJpolder zoover uiteen lagen, werd nu gehoopt in 1923 door elimineeren van alle proefveldfouten een scherp beeld te kunnen samenstellen. Echter 1923 is ongunstiger geweest dan een van de vorige jaren.

Gewerkt werd met Blauwen en Eigenheimers. Om invloed van grondverschillen weg te werken waren de perceelen op de volgende wijze over het proefveld verspreid: alle perceelen waren gehalveerd en de helften van 2 gelijk behandelde perceelen zoover mogelijk uiteengelegen. Terwijl de serie van halve perceelen van eenzelfde soort van Oost naar West elkander opvolgden, lagen de gelijk behandelde helften in een reeks van West naar Oost. Echter het eenig resultaat van deze gevolgde methode is geweest, dat hierdoor de totale onbetrouwbaarheid van de verzamelde cijfers duidelijk bleek.

De ziekte kwam nl. zeer laat (16 Augustus in de Blauwen, 21 Aug. in de Eigenheimers) en hoewel het zeer veel regende, bleef de verspreiding langzaam en vooral zeer onregelmatig. Zeer duidelijk was te zien, dat aan de Oostzijde van het proefveld de aantasting van het loof veel heviger was dan aan de Westzijde. Als gevolg hiervan liepen de keuringscijfers van twee halve gelijkbehandelde perceelen zeer sterk uiteen, zóó sterk zelfs, dat bij de Blauwen dit verschil grooter was dan bewerkt kon worden door eenige sproeiing. Hiermede is natuurlijk aangetoond, dat in 1923 alle keuringscijfers onbruikbaar zijn voor de bepaling van den invloed van de sproeiing op de loofaantasting.

Bij de bepaling van de opbrengst werd de fout van vorige jaren vermeden en werd door weging van alle zieke knollen bij het rooien de totale opbrengst bepaald. *Het verband met de mate van loofaantasting is echter even ver te zoeken als in 1922.* Scherp blijkt dit uit fig. 13 waar de keuringscijfers en opbrengst van 7 ongesproeide halve perceelen Eigenheimers bij elkaar zijn gebracht. Het bleek, dat het totale % zieke knollen bij de Eigenheimers tot 78 % van de opbrengst kon stijgen.

Uit de in 1923 verzamelde gegevens valt geenerlei conclusie te trekken, over het oogenblik, waarop de sproeiing de maximumuitwerking had.

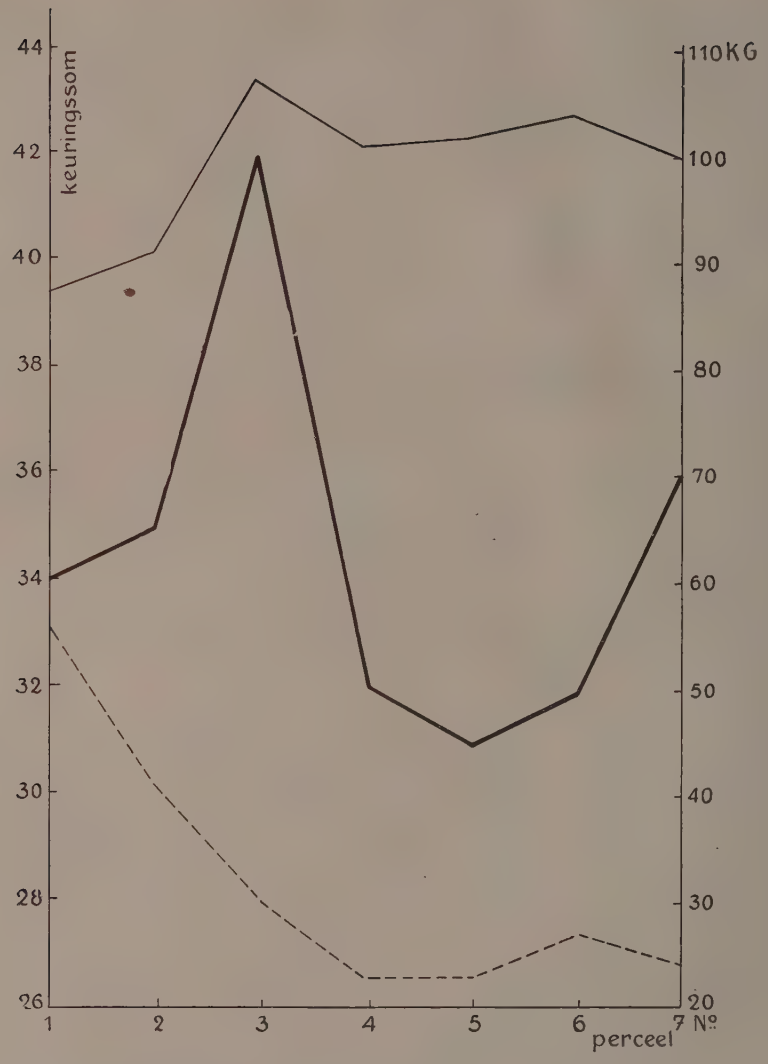


FIG. 13. 1923. Vergelijking van de loofaantasting en opbrengst van 7 ongesproeide perceelen Eigenheimers.
— keuringssommen.
— Totale opbrengst.
--- Netto gezonde opbrengst.

FIG. 13. 1923. *Comparison of the degree of foliage infection and the yield of 7 unsprayed plots of Eigenheimer.*
— *degree of foliage infection.*
— *Total yield.*
--- *Net sound yield.*
The left ordinate marks the numbers for the degree of foliage infection.

§ 3. Overzicht van de resultaten in 1920, 1922 en 1923 verkregen.

Wanneer men de resultaten van deze 3 jaren vergelijkt, alle drie jaren waarin Phytophthora veel schade deed aan het gewas, treft het groote verschil in uitwerking van sproeien op de opbrengst. 1920 geeft in den IJpolder een zeer sterke uitwerking, 1922 in den Wilhelminapolder een vrij sterke uitwerking — 1922 en 1923 echter toonen in den IJpolder geen uitwerking aan op de grootte van de gezonde opbrengst.

De schadelijke werking van Phytophthora infestans op de aardappelplant is tweeledig: aan den eenen kant sterft het loof er snel door af, zoodat de knolontwikkeling ontijdig tot een eind wordt gebracht, aan den anderen kant kunnen de reeds gevormde knollen besmet worden en zoo de opbrengst verminderd worden. Bij vroeg invallen van de ziekte heeft de eerste werking een relatief veel grooter beteekenis dan de tweede; bij laat invallen, wanneer de knollen zich reeds ontwikkeld hebben is het juist andersom.

Bij vergelijking van de 3 zomers blijkt nu het oogenblik van uitbreken zeer verschillend te zijn geweest — in 1920 in den IJpolder een zeer vroege, zeer hevige epidemie, terwijl in 1922 en 1923 de ziekte daar laat invalt en langzaam doorgaat. In 1922 verschijnt de ziekte in den Wilhelminapolder 3 weken vroeger en verspreidt zich snel.

Het is nu duidelijk dat in 1920, toen de ziekte zeer vroeg optrad en zeer snel doorliep het wat langer bewaard blijven van het loof door het sproeien bewerkt, grooten invloed had op de opbrengst. In 1922 in den Wilhelminapolder was eind Juli de knolvorming zeker nog in vollen gang en deze ook zeer gebaat bij een sproeiing, waardoor het loof wat langer in stand bleef. Bij het laat optreden in den IJpolder in 1922 en 1923 bij planten, die hun loof al wat begonnen te verliezen was geen duidelijke invloed op de totale opbrengst te zien. Zooals uit de bepaling der % zieke knollen blijkt heeft de mate van aantasting van het loof hierop zeer weinig invloed.

In het algemeen mag men dus een scherpen invloed van het sproeien op de opbrengst verwachten bij een vroeg uitbreken en snel doorgaan van de ziekte — in een zomer dus, waarin Phytophthora zéér schadelijk is.

Breekt de ziekte laat uit, dan is veel minder heil van het sproeien te verwachten. Zelfs is het zeer denkbaar, dat bij soorten met zeer vatbare knollen het beter is dat de ziekte in het loof zoo snel mogelijk doorgaat, waardoor de knollen kort aan besmetting bloot staan.

HOOFDSTUK III

KNOLINFECTIE EN KNOLVATBAARHEID

§ 1. Bepaling van den vatbaarheidsgraad van aardappelplanten uit veldwaarnemingen

Het is een algemeen bekende waarneming, dat er geen correlatie tusschen de mate van loofaantasting en knolaantasting bij een bepaalde variëteit bestaat. In de practijk wordt de term „vatbare soort" gewoonlijk gebruikt voor variëteiten met sterk vatbaar loof.

Bij een onderzoek over de eigenschappen, die de mate van vatbaarheid der knollen bepalen, was het noodig exacte veldwaarnemingen te hebben over de mate van aantasting van het loof en de knollen van al de te onderzoeken soorten.

Gewerkt is met een groot aantal variëteiten. Hieronder waren algemeen verbouwde Hollandsche variëteiten, lokale variëteiten en vele bekende Duitsche. Van vele was mij a priori niets bekend over de mate van vatbaarheid, zoodat deze uit veldwaarnemingen waargenomen moest worden. Onder de Duitsche waren 4 zaailingen van Thiele (Kuckuchsmühle, Brandenburg) afkomstig, slechts van nummers voorzien. Onder deze waren er eenige, die een bijzonder sterke loof- en knolresistentie vertoonden.

In 1823 werden 8 zaailingen uitgepoot, alle afstammelingen van de variëteit Bravo. Deze kruisingen (Preferent × Bravo en Fransche × Bravo) waren in 1920 uitgevoerd door den heer F. de Groene, in den Wilhelminapolder belast met de verbetering der aardappelcultuur.

De heer Veerkamp te Nieuw Compagnie verschafte mij in 1923 pootmateriaal van 2 zaailingen (Ideal × Favoriet 1919), door hem als resistent beschouwd.

Van alle variëteiten werden in opeenvolgende jaren 10 à 12 stuks op zware klei (IJpolder) en lichten zandgrond (proefveld Laboratorium Willie Commelin Scholten) uitgepoot. Op beide plaatsen werd dan voor zoover mogelijk de mate van loof- en knolaantasting bepaald. Daar in 1922 en 1923 de ziekte laat uitbrak, waren eenige vroege soorten reeds afgestorven, voordat zij

aan besmettingskans hadden bloot gestaan. In Tab. 12 zijn deze soorten met † aangegeven. Vooral in 1923 op het zand was dit algemeen. Door felle hitte en droogte in Juli hadden vele planten sterk te lijden gehad, zoodat zij half Augustus weinig loof meer vertoonden en de vatbaarheidsgraad slecht te vergelijken was. Door dezelfde ongunstige omstandigheid was de knolopbrengst veelal gering en dikwijls waren haast alle knollen voor infectieproeven gebruikt. Vandaar dat maar van enkele soorten in 1923 op het zand de knolvatbaarheid kon worden opgegeven.

De mate van loofaantasting op de klei werd op dezelfde wijze bepaald als op pag. 22. is beschreven voor de aantasting der perceelen van sproeiproeven. Op verschillende achtereenvolgende data werd een keuringscijfer van 1—10 gegeven, waardoor de vergelijking der aantasting van variëteiten op hetzelfde oogenblik uitgedrukt wordt. In 1922 werden op de klei 7 keuringen (16 Augustus—20 October) verricht, in 1923 6 keuringen (6 September—13 October). Voor elke variëteit werden alle keuringscijfers opgeteld en de variëteiten volgens deze sommen in 4 groepen ingedeeld (I: zéér vatbaar; IV: zéér resistent). In de eerste groep vallen alle variëteiten, die zeer vroeg ziek werden en waarin de ziekte zich snel verspreidt; in de laatste alle variëteiten, die laat en weinig aangetast worden. In groep II en III vallen alle soorten, die òf laat ziek worden, òf een langzame uitbreiding vertoonen.

In 1922 waren alle variëteiten op het zand begin September afgestorven. 3 keuringen werden verricht 12—22 Augustus en volgens deze gegevens de variëteiten weer in 4 groepen verdeeld. Een variëteit uit groep IV heeft op de klei echter een veel langer leven gehad dan op het zand. In 1923 bleven op het zand ook eenige variëteiten buitengewoon lang in leven. 6 keuringen werden verricht van 23 Augustus —20 October en uit deze gegevens werd weer de groep bepaald.

Bij het rooien der verschillende variëteiten werd de opbrengst aan gezonde en aan zieke knollen afzonderlijk gewogen. De gezonde opbrengst werd ongeveer 4 weken droog bewaard en daarna het aantal zieke knollen, dat zich daar nog in bleek te bevinden gewogen. Uit deze cijfers werd voor alle variëteiten het gewichtspercentage zieke knollen op de totale opbrengst berekend.

In tab. 12 zijn voor 1922 en 1923 alle beschikbare cijfers voor de op de klei en op het zand verbouwde variëteiten te samen gebracht. Bij den duur der loofaantasting zijn aangegeven de data, waarop de ziekte voor het eerst en voor het laatst in de variëteit is waargenomen.

Wanneer men voor 1922 en 1923 nagaat welke variëteiten op de klei verbouwd een ziektepercentage $< 25\ \%$ gaven, dan vindt men 15 variëteiten, waaronder 8 volgens hun graad van loofvatbaarheid in groep I, 5 in groep II en 2 in groep III behooren. Thiele's 4/8, bij welke tusschen

TABEL 12. Veldwaarnemingen over loof- en knolvatbaarheid der gebruikte variëteiten.

Field observations on the degree of susceptibility of the foliage and tubers of all varieties experimented with.

Variëteit	1922						1923					
	Klei			Zand			Klei			Zand		
	loof	% zieke knollen	duur der loof-aantasting	loof	% zieke knollen	duur der loof-aantasting	loof	% zieke knollen	duur der loof-aantasting	loof	% zieke knollen	duur der loof-aantasting
Arnica	II	1	31/8—9/10	III	0	12/8—22/8	IV	4.3	28/8—13/10	×	×	×
Auf der Höh (Lembke)	I	38	31/8—19/9	I	24	12/8—15/8	—	—	—	II	25	6/9—14/9
Bintje	I		31/8—6/9	I	11	12/8—15/8	I	62.9	28/8—19/9	×	×	×
Bisquit	—	—	—	I	8	12/8—22/8	III	51.3	28/8—13/10	III	17	6/9—6/10
Blauwen	I	25	16/8—6/9	I	4.2	12/8—15/8	I	26.5	16/8—11/9	×	×	×
Bonten	I	×	16/8—6/9	I	3.5	12/8—15/8	I	26.5	16/8—11/9	×	×	×
Botergele	I	28	31/8—6/9	I	41	12/8—15/8	—	—	—	†	×	×
Bravo	II	2	31/8—9/10	II	0	×	II	1.3	21/8—4/10	II	×	6/9—6/10
Centifolia	—	—	—	I	1	12/8—19/8	II	4.8	31/8—13/10	II	×	6/9—
Ceres	—	—	—	—	—	—	III	28.5	28/8—13/10	III	6	20/9—6/10
Deodara	II	2	16/8—9/10	II	6	12/8—19/8	III	6	16/8—13/10	—	—	—
Duc (Wilde)	II	1.4	31/8—19/9	I	×	12/8—15/8	II	14.6	21/8—27/9	×	×	×
Eigenheimer	II	37.4	31/8—2/10	II	7	12/8—19/8	II	78	×	†	×	×
Emden	—	—	—	I	3.6	12/8—15/8	I	16.7	16/8—6/9	×	×	×
Favoriet	IV	0	6/9—10/20	IV	0	22/8—	IV	1.1	11/9—13/10	IV	×	20/10 gezond
Geheimrat Walter	III	9	31/8—20/10	III	0	15/8—22/8	IV	10.4	6/9—13/10	IV	×	20/10—
Gratiola	III	0.2	31/8—9/10	II	×	12/8—22/8	IV	0	28/8—13/10	III	×	20/9—6/10
Hendrik	II	34	16/8—19/9	I	24	12/8—19/8	—	—	—	×	×	×
Herold	—	—	—	I	3	12/8—19/8	I	42.4	28/8—27/9	—	—	—
Industrie	II	9	31/8—9/10	II	0	12/8—19/8	I	11.5	28/8—4/10	×	×	×

Kartz	II	8.5	31/8—2/10	×	3	×	II	26.7	28/8—4/10	×	×	×
Kraal (Geldersche)	I	0.2	31/8—6/9	II	0	12/8—19/8	II	1.4	21/8—4/10	×	×	×
Lutske	I	64	31/8—6/9	I	71	×	—	—	—	×	×	×
Magdeburger Blauen	†	14	×	×	14	×	—	—	—	†	×	×
Muis (Schotsche)	†	10	×	—	—	—	I	25.3	21/8—	×	×	×
Odenwalder Blaue	I	1	31/8—6/9	I	1	12/8—15/8	I	5	31/8—19/9	×	×	×
Parnassia	II	1	31/8—2/10	II	0	12/8—22/8	III	0	31/8—13/10	×	×	×
Paul Kruger	—	—	—	III	0	12/8—22/8	III	22.2	31/8—1310/	III	0	20/9—
Pepo	II	0.5	6/9—9/10	II	0	12/8—22/8	III	11.2	31/8—13/10	II	7	6/9—20/9
Pirola	II	24	31/8—2/10	II	25	12/8—22/8	—	—	—	II	20	6/9—20/9
Riesenweisse	I	3	6/9—19/9	I	0	12/8—15/8	I	5	28/8—4/10	×	×	×
Roode Star	II	3.3	31/8—9/10	III	0	19/8—22/8	III	4.5	6/9—13/10	III	0.2	20/9—
Triumf	—	—	—	—	—	—	II	53.4	31/8—27/9	II	3	6/9
de Wet	II	9	31/8—9/10	II	0.1	12/8—19/8	—	—	—	×	×	×
Thiele's 3/17	IV	16	31/8—20/10	—	—	—	IV	7.1	6/9—13/10	IV	×	6/10 gezond
„ 4/8	†	0	×	—	—	—	×	53.8	×	×	×	×
„ 7/19	IV	1.9	31/8—20/10	—	—	—	IV	0.2	31/8—13/10	×	×	×
„ 10/4	II	0	31/8—2/10	—	—	—	II	0.1	31/8—4/10	×	×	×
Ideal × Favoriet I	—	—	—	—	—	—	IV	0.1	19/9—13/10	IV	×	20/10—
Ideal × Favoriet II	—	—	—	—	—	—	IV	1.9	11/9—27/9	×	×	×
Preferent × Bravo 809	—	—	—	—	—	—	IV	1.4	6/9—13/10	IV	×	20/10—
„ × „ 811	—	—	—	—	—	—	IV	11.2	6/9—13/10	IV	×	20/10 gezond
„ × „ 814	—	—	—	—	—	—	II	7.7	6/9—19/9	†	0	×
„ × „ 815	—	—	—	—	—	—	III	0.2	6/9—4/10	†	×	×
Fransche × Bravo 882	—	—	—	—	—	—	II	10	31/8—4/10	IV	×	6/10 gezond
„ × „ 886	—	—	—	—	—	—	II	9.9	31/8—4/10	†	0	×
„ × „ 891	—	—	—	—	—	—	II	50.3	31/8—4/10	×	0	×
„ × „ 893	—	—	—	—	—	—	IV	0	6/9—4/10	IV	×	20/10—
Pref. × Bravo 906	—	—	—	—	—	—	II	<0.1	31/8—	†	×	×

× = wel verbouwd, maar betreffende cijfer niet bepaald.
— = niet verbouwd.
† = afgestorven vóór uitbreken ziekte.

16 en 31 Augustus geen waarnemingen werden gedaan, en die op 31 Augustus afgestorven is, is niet in een groep in te deelen. Misschien is bij deze variëteit de groote besmetting der knollen te wijten aan besmetting door buurplanten, die een ledigen regel geheel met hun loof kunnen overgroeien.

Vergelijkt men op dezelfde wijze de variëteiten met een opbrengst aan zieke knollen van minder dan 5 %, dan vindt men op de klei hieronder 3 variëteiten, uit groep I, 9 uit II, 2 uit III en 5 uit IV. Onder de variëteiten met een loofvatbaarheid II behooren verschillende (in 1922 Arnica, Bravo, Deodara, Pepo, Roode Star en in 1923 Centifolia) die zeer lang matig ziek waren, zoodat de knollen gedurende een lange periode aan de besmetting der neervallende sporen moeten zijn blootgesteld geweest.

Op het zand geeft slechts één variëteit, Lutske, met loofvatbaarheid I een ziekteopbrengst van meer dan 25 %. Het ziektepercentage is hier echter buitengewoon hoog, nl. 71 %.

Onder de variëteiten met een ziektepercentage < 5 % zijn er 7 uit groep I, 7 uit groep II, 4 uit groep III en 1 uit groep IV.

Het blijkt dus duidelijk, dat een correlatie tusschen de mate van loofaantasting en knolaantasting niet bestaat. Wel hebben knollen met volmaakt resistent loof natuurlijk geen kans ziek te worden, maar zelfs onder de variëteiten met loofvatbaarheid I vindt men verschillende, die zeer weinig ziek worden (op de klei Riesenweisse, Geldersche Kraal en Odenwalder Blaue).

Loofvatbaarheid en knolvatbaarheid moeten dus afzonderlijk bestudeerd worden.

Vergelijkt men het ziektepercentage der knollen van eenzelfde variëteit in denzelfden zomer, dan ziet men, dat 13 maal het ziektepercentage op de klei grooter, 2 maal gelijk, 3 maal kleiner en 6 maal het ziektepercentage op klei en zand minder dan 2 is.

Duidelijk blijkt hieruit, dat de ervaringswijsheid „op zandgrond worden de knollen niet ziek" in het algemeen op juiste waarneming berust.

§ 2. Eigenschappen die de mate van knolvatbaarheid van de verschillende variëteiten bepalen

a. Stand van het vraagstuk. Gegevens ter beantwoording der vraag welke eigenschap(pen) der knollen de mate van vatbaarheid beïnvloeden zijn slechts weinig in de litteratuur te vinden. De Bary (3, pag. 57), kan bij kunstmatige infectie van de knollen geen verschil in vatbaarheid constateeren. Wel heeft hij zelf in het veld waargenomen, hoe op denzelfden akker planten van verschillende variëteiten, die in het loof even sterk aangetast waren, een zeer uiteenloopend percentage aan zieke knollen opleverden. Hij neemt dus wel aan, dat er verschil in vat-

baarheid in de knollen bestaat, wat dan op morphologische of chemische verschillen zou moeten berusten en eindigt: „um zu einem sicheren Schlusse zu kommen, ist es notwendig alle einzelne Sorten durch vergleichende Versuche genau zu prüfen, wie denn überhaupt in solchen Fragen nur eine in alles Detail eingehende Untersuchung zu einem günstigen Resultate führen kann.

Experimenteel wordt de zaak aangevat door Jones, Giddings en Lutman (8). Deze gebruiken als laboratoriummethode ter bepaling van den vatbaarheidsgraad van knollen het kweeken op steriele rauwe aardappelstukjes in reageerbuizen en het waarnemen van de mate van myceliumgroei op de buitenzijde van de blokjes. Deze methode is door mij nagewerkt (9) en de volgende bezwaren werden door mij geopperd: 1°. blokjes, die 10 dagen na de enting opengesneden waren, vertoonden dikwijls een duidelijke inwendige aantasting, terwijl aan de buitenzijde geen myceliumgroei te constateeren was. 2°. In overwinterde knollen, die in het voorjaar in een snee in het parenchym geïnfecteerd werden, was verschil te zien tusschen de variëteiten in de mate van uitbreiding in het parenchym. Een correlatie met de mate van myceliumgroei op de buitenzijde der blokjes was dan echter niet te constateeren. Ik kon deze methode dus niet als bruikbaar beschouwen ter bepaling van de knolvatbaarheid.

Appel (1) noemt terloops de mogelijkheid, dat de snelheid van wondkurkvorming invloed zou hebben op de vatbaarheid van aardappelknollen voor Phytophthora infestans. Zelf (9) heb ik de snelheid van wondkurkvorming vergeleken bij de zeer resistente Bravo en de zeer vatbare Eigenheimer en Zeeuwsche Bonten en Blauwen en geen verschil in snelheid kunnen vinden. Verschil in vatbaarheidsgraad zal dus niet hiermee samenhangen.

De overige eigenschappen (9) door mij onderzocht worden in dit onderzoek nader uitgewerkt.

b. Dikte van de kurklaag. De Bary (3, pag. 33) schrijft over het indringen in den knol: „Wo die Sporangien auf die Schale gesät waren, wachsen sie senkrecht durch die Korkzellenschichten aus welchen diese besteht". Er was dus aanleiding om na te gaan in hoeverre de dikte van de kurklaag verband houdt met de mate van vatbaarheid. In mijn eerste publicatie (9) werd het aantal cellagen opgegeven van de schil van 9 variëteiten, waaronder vatbare en resistente — verband werd echter niet gevonden. In 1922 is dit onderzoek bij veel meer variëteiten voortgezet. Bij eenzelfden knol is dikwijls wel verschil in dikte van de schil te zien. Jonge „doorgewassen" gedeelten hebben dikwijls een veel dunnere schil en ook in de groeispleten, die in de schil ontstaan door den diktegroei van den knol is de kurkbedekking dikwijls dun. Bij Favoriet werden op de klei en op het zand dergelijke groeispleten gevonden, die volstrekt

niet door verkurkte cellen bedekt waren — daar Favoriet echter zeer resistent in het loof is, is uit veldwaarnemingen over den invloed van dergelijke spleten op de infectiekans niets af te leiden.

TABEL 13. Vergelijking tusschen dikte van de kurklaag en graad van knolvatbaarheid.

Comparison between the thickness of the skin and the degree of susceptibility of the foliage.

Soort	Klei			Zand				
	aantal kurkcellen		mate v. vatbaarheid	aantal kurkcellen				mate van vatbaarheid
				dik		dun		
	dik	dun		verk.	onverk.	verk.	onverk.	
Arnica	—	—	—	11	—	—	—	res.
Auf der Höh (Lembke)	10—12	5—7	vatb.	9—10	—	—	—	vatb.
Bintje	13—14	4	vatb.	11	—	—	—	vatb.
Bisquit	—	—	—	10	—	7	—	res.
Bonten (Zeeuwsche)	9—11	5	vatb.	8	—	2	—	res.
Botergele	—	—	—	11	—	—	—	vatb.
Bravo	15	6	res.	—	—	—	—	—
Deodara	7—9	1—2	res.	14	—	—	—	res.
Duc (Wilde)	11	—	matig	—	—	—	—	—
Eigenheimer	7—13	3	vatb.	9	1	—	—	res.
Favoriet	11—13	0—2	—	9	—	—	1—0	res.
Hendrik	9—10	5—7	vatb.	10—11	—	—	—	vatb.
Industrie	10—11	5—6	res.	9	—	—	—	res.
Kartz	9—10	5	—	10	—	—	—	vatb.
Kraal (Geld.)	20—21 11—13	7—10 5	res.	10	—	—	—	res.
Lutske	10—12	3—4	vatb.	8—10	—	—	—	vatb.
Odenwald. Blaue	8—10	1—6	res.	8—10	—	—	—	res.
Parnassia	8	1—5	res.	7	2	—	—	res.
Paul Kruger	—	—	—	9	—	—	—	res.
Pepo	9—11	4	res.	9	—	—	—	res.
Riesenweisse	10	5	res.	9	1	—	—	res.
de Wet	10—13	4	res.	12	—	—	—	res.

Het aantal cellagen der kurk werd op het zand bepaald na kleuring met gentiana-violet ammoniak (zie meth. Strasburger's Praktikum), waardoor de verkurkte celwanden zich blauw kleuren. Bij de onderzochte

kleiknollen is de kleuring niet toegepast en zijn de kurkcellen alleen morphologisch herkend.

In Tab. 13 vindt men nu den uitslag van het microscopisch onderzoek. Voor alle soorten is er bijgevoegd of de knollen vatbaar of resistent zijn. Als „vatbaar" zijn de knollen gerekend van alle variëteiten, die in Tab. 12 een loofvatbaarheid van I, II of III hadden, en > 20 % zieke knollen gaven; „resistent" zijn zij, die bij loofvatbaarheid I, II of III < 10 % zieke knollen gaven, „matig vatbaar" wanneer het ziekte percentage tusschen 10 en 20 lag. Wanneer de variëteit volgens de loofaantasting in groep IV is geplaatst en de knollen dus niet aan besmetting zijn blootgesteld, is de mate van knolvatbaarheid niet opgegeven. De mate van knolvatbaarheid is natuurlijk voor klei en zand afzonderlijk opgegeven.

Uit Tab. 13 blijkt, dat de dikte van de kurklaag slechts weinig verschilt bij de variëteiten. De groeiplaats heeft hier geen invloed op. Bij de „vatbare" knollen variëert de dikte der kurklaag tusschen 13—7 cellen, op dunne plaatsen is het gevonden minimum 3 cellen. Bij de „resistente" knollen variëert de dikte tusschen 21—7 cellen — het gevonden minimum op een dunne plek is 1.

Correlatie tusschen het aantal lagen van kurkcellen, waaruit de schil bestaat en de mate van vatbaarheid is niet te vinden.

De resistentiegraad hangt dus niet samen met de dikte van de schil.

c. Infectiemogelijkheid op het kurkcambium. In mijn proefschrift (9 pag. 77) wordt een wijze van infecteeren der knollen beschreven, die een bepaalden vorm van resistentie, indien aanwezig, zeer duidelijk doet uitkomen. De onrijpe knollen, waarbij het kurkcambium nog in werking is en de schil op dit cambium nog zeer gemakkelijk loslaat, worden van hun schil ontdaan zonder het parenchym te verwonden en de knollen worden door oplegging van een met Phytophthora geïnfecteerd blad besmet. Bij haast alle onderzochte soorten bleek het, dat alle knollen op deze wijze geïnfecteerd sterk ziek werden; een uitzondering hierop maakte echter Bravo. Van 56 op deze wijze geïnfecteerde knollen bleven 49 (87 %) volmaakt gezond, 3 werden flink aangetast en 3 vertoonden slechts een oppervlakkige aantasting. Van eenige andere soorten, waarbij het % aangetaste knollen minder dan 50 was, was door vroege rijping der knollen, waardoor de schil niet meer losliet, geen voldoend materiaal beschikbaar om betrouwbare uitkomsten te krijgen.

In 1922 en 1923 werd de infecteerbaarheid der grenslaag nader nagegaan. Een wijziging in de infectiemethode werd aangebracht, door de geschraapte knollen in een sporensuspensie te brengen. Deze suspensie werd gemaakt door geïnfecteerde afgesneden aardappelbladen, wanneer deze de zwarte verkleuring vertoonden ongeveer 24 uur in een gesloten cylinder-

buis te bewaren. Het mycelium groeit dan rijkelijk uit het blad naar buiten en heeft gewoonlijk zeer veel sporangiën. In een bak met water werden de bladen ondergedompeld, zoodat de sporen loslieten; deze vloeistof werd een uur bewaard om de zoösporen kans te geven vrij te komen en daarna werden de te infecteeren geschraapte knollen een oogenblik in deze suspensie ondergedompeld. De knollen werden dan in een gesloten schaal bewaard.

Er werd dus *niet* steriel te werk gegaan, want om op voldoend sterk infectiemateriaal te kunnen rekenen is het goed de op levende bladen gekweekte schimmel te gebruiken en de steriliteit is dan toch onbereikbaar. Daar de infecties snel opkwamen, heb ik in het algemeen ook geen last van storende microörganismen gehad, echter wèl, wanneer zooals in 1923 de temperatuur boven 30° C. steeg, bij welke temperatuur Phytophthora zelf niet meer groeit en de knollen vatbaar blijken voor allerlei soort bacterierot zonder voorafgaand indringen van de schimmel.

Na 4—6 dagen, afhankelijk van de temperatuur, ziet men zeer kleine bruine vlekjes op den aardappel ontstaan. In het aantal van deze vlekjes heeft men een beoordeeling of men met veel of met weinig infectiemateriaal heeft gewerkt. Deze vlekjes komen bij soorten — resistente zoowel als vatbare — in gelijke mate voor en is de sporensuspensie goed geweest dan ziet men den geheelen knol bezaaid met de kleine bruine stipjes. Het beeld is niet duidelijker te beschrijven dan door een vergelijking met „sproeten".

Bij de niet resistente soorten ziet men dan spoedig de buitenzijde van den geheelen knol diffuus grauw verkleuren. De indruk is dat zelfs bij de meest vatbare knollen als Eigenheimer lang niet alle vlekjes doorloopen. In cijfers is dit echter niet uit te drukken, daar binnen zeer korten tijd de vlekken ineenloopen en het uitgangspunt van elke vlek afzonderlijk niet nader te bepalen is. Bij de knollen die in het kurkcambium een resistente laag bezitten, is dit „sproeten"beeld het slot van het ziektebeeld. Ook na weken lang bewaren verandert dit niet en in de kleine bruine vlekjes zijn dus blijkbaar de binnengedrongen schimmelsporen geïnterneerd.

In Pl. VIII fig. 1 zijn knollen van Eigenheimer en van Bravo gefotografeerd, die gelijktijdig 9 dagen voordien in een sporensuspensie geïnfecteerd waren. Op de Eigenheimers zijn nog wel de afzonderlijke „sproeten" te zien, maar de knollen vertoonen reeds geheel de verkleuring door aardappelziekte; de Bravoknollen echter vertoonen sterk het „sproeten"beeld.

Pl. IX fig. 1 geeft het microscopisch beeld van een dergelijk vlekje op Bravo twee weken na de infectie. Het geheel gecollaboreerde zieke weefsel is omgeven door eenige cellagen met verkurkte wanden, gekleurd met Soedan III glycerine. (Meth. Strasburger's Praktikum).

De beschreven methode heeft voordeelen boven de eerst gebezigde, waarbij de infectie alleen plaatselijk werd aangebracht. De geheele knol wordt hier namelijk aan infectie blootgesteld en er is niet zulk een sterke opeenhooping van infectiemateriaal op één punt. Daarenboven is het een goede methode om de sterkte van het infectiemateriaal te bepalen, iets wat bij een later te beschrijven methode van kunstmatige infectie onmisbaar is. Verschil in resultaten tusschen de methode van infectie door een blad en door sporensuspensie werd echter niet opgemerkt.

De methode werd toegepast op de soorten (voor zoover aanwezig) die in 1921 onduidelijke uitkomsten hadden geleverd; verder werden eenige soorten onder handen genomen die toen niet onderzocht waren. Onderzocht werden de verschillende zaailingen uit kruisingen uitgevoerd met Bravo als moederplant, die pg. 46 genoemd zijn. Natuurlijk was het van groot belang te weten hoe de verschillende afstammelingen van Bravo zich op hun kurkcambiumlaag zouden gedragen. In 1922 werden mij knollen van 4 zaailingen ter onderzoek toegezonden. In 1923 werden 9 zaailingen (waaronder drie van 1922) op de klei en op het zand uitgepoot. Van de 10 onderzochte zaailingen waren 5 kruisingen tusschen Preferent en Bravo en 5 tusschen Fransche en Bravo. 5 van deze zaailingen hadden knollen, die in vorm zeer op dien van Bravo geleken, nl. afgeplat, een korte vertikale as tegenover twee langere horizontale assen.

Van den heer Veerkamp, N. Compagnie, kreeg ik pootmateriaal van 2 zaailingen Ideal × Favoriet 1919. Favoriet is een kruisingsproduct van N. C. Imperator × Roode Star en vertoont veel krachtiger de habitus van Roode Star, heeft echter zeer donkerblauwe knollen. Beide zaailingen hebben roode stengels en dof, blauwgroen blad; Zaailing I heeft roode knollen als Roode Star, Zaailing II donker blauwe knollen als Favoriet.

In Tab. 14 is het gedrag der onderzochte soorten opgegeven, geschikt volgens het % knollen met vele infecties. Daarnaast is opgegeven het % van alle geïnfecteerde knollen, waarbij na bewaren duidelijk te zien was, dat een of enkele „sproeten" waren doorgeloopen, de knol dus geen diffuse uitbreiding van ziek weefsel vertoonde, en het % van alle zieke knollen, waarbij aangeteekend was, dat de vlekken *diep* in den knol waren doorgedrongen. Dit laatste hangt niet samen met de mate van vatbaarheid der grenslaag. In de laatste 3 kolommen zijn de waarnemingen voor dezelfde variëteit voor infecties met een ziek blad overgenomen uit mijn proefschrift (9, pag. 77).

Parnassia en Geldersche Kraal, die in 1921 bij geringe knolhoeveelheden een laag percentage zieke knollen gaven, blijken hier ook resistent. Bintje met 61 % sterk geïnfecteerde en 93 % zieke knollen kan men niet onder de resistente schikken. Roode Star echter, die in de eerste jaren bij dit

TABEL 14. Variëteiten volgens infectiemogelijkheid op grenslaag kurk en parenchym gerangschikt.

Varieties arranged according to the degree of susceptibility of the cork-cambium.

Variëteit	infectie in sporen suspensie				infectie met ziek blad		
	aantal behandelde knollen	% knollen met vele infecties	% geïnfecteerde knollen	% knollen met diepe aantasting op aantal zieke knollen	aantal behandelde knollen	% geïnfecteerde knollen.	uitbreiding in knol
Bisquit	9	100	93	—	6	82	sterk
Eigenheimer	zeer vele	100	100	100	9	100	sterk
Paul Kruger	6	100	100	—	12	83	weinig
Lutske	21	100	100	91	8	87	—
Muis (Schotsche) . .	?	100	100	—	—	—	—
Triumf	12	100	100	—	—	—	—
Pref. × Bravo 811 . .	20	100	100	0	—	—	—
Pref. × Bravo 814 . .	13	100	100	—	—	—	—
Fransche × Br. 878 .	11	100	100	73	—	—	—
Fransche × Br. 882 .	27	100	100	—	—	—	—
Favoriet × Ideal II .	7	100	100	—	—	—	—
Pref. × Bravo 815 . .	22	93	95	—	—	—	—
de Wet	11	82	82	—	5	100	sterk
Duc (Wilde)	13	77	85	—	5	80	sterk
Fransche × Br. 886 .	42	74	81	—	—	—	—
Pref. × Bravo 906 . .	15	73	93	—	—	—	—
Favoriet	23	70	74	45	6	100	—
Fransche × Bravo 891	18	66	78	—	—	—	—
Bintje	28	61	93	—	7	43	sterk
Kraal (Geld.)	102	43	54	13	14	50	—
Thiele's 3/17	13	39	39	—	—	—	—
Thiele's 7/19	11	36	91	—	—	—	—
Parnassia	30	33	37	—	7	57	—
Pref. × Bravo 809 . .	30	33	63	—	—	—	—
Roode Star	35	14	20	—	—	—	—
Bravo	111	4	13	—	—	—	—
Favoriet × Ideal I. .	37	0	14	14	—	—	—
Fransche × Br. 893 .	34	0	12	—	—	—	—

onderzoek toevallig achterwege was gebleven, blijkt met Bravo te wedijveren in resistentie van de grenslaag. Enkele der variëteiten door Thiele gewonnen behooren bij de meest resistente en ten slotte vindt men de grootste resistentie bij een der Bravo kruislingen en een kruisling van Favoriet.

TABEL 15. Infectiemogelijkheid op grenslaag schil en parenchym bij variëteiten alleen met ziek blad geïnfecteerd.

Degree of susceptibility of the cork-cambium in varieties inoculated by a diseased leaf only.

Varieteit	aantal behandelde knollen	% geïnfecteerde knollen	uitbreiding in knollen
Arnica	5	100	—
Deodara	4	100	sterk
Emden	8	100	sterk
Gratiola	5	100	sterk
Hendrik	4	100	sterk
Herold	5	100	sterk
Riesenweisse	5	100	sterk
Pirola	9	89	—
Odenwalder Blaue	8	87	sterk
Industrie	13	85	—
Pepo	6	82	sterk
Centifolia	5	80	sterk
Kartz (v. Kameke)	5	80	sterk
Magdeburger Blaue	8	75	sterk
Botergele	3	67	sterk
Auf der Höh (Lembke)	17	65	—
Geheimrat Walter	5	60	—

In tab. 15 zijn de soorten bijeengebracht, die in 1921 alleen door middel van een blad geinfecteerd zijn, voor zoover deze soorten niet in Tab. 14 zijn opgenomen en de soort nog nader besproken wordt.

In Tab. 16 zijn alle Bravo zaailingen nog eens bijeen geplaatst met hun bijzondere eigenschappen. 5 blijken dan zeer vatbaar, 3 minder; 809 vertoont slechts weinig knollen met vele infecties, 893 vertoont. hoewel 34 knollen in 6 verschillende partijen onderzocht werden, geeneen knol met eenige ingedrongen infecties. Deze laatste zaailing heeft den platten

vorm der Bravoknollen. Eenige correlatie tusschen vorm en vatbaarheid kan men echter volgens Tab. 16 niet aannemen.

893 vertoont dus de resistentie eigenschap van Bravo in dezelfde mate, zoodat men hier met een erfelijke resistentie-eigenschap blijkt te doen te hebben.

TABEL 16. Infectiemogelijkheid op de grenslaag van schil en parenchym bij de Bravozaailingen.

Degree of susceptibility of the cork-cambium in seedlings of Bravo.

Variëteit	vorm	aantal behandelde knollen	% knollen met vele infecties	% geïnfecteerde knollen	% knollen met diepe aantasting op aantal zieke knollen	bizonderheden
Preferent × Bravo 811	Bravo vorm	20	100	100	0	—
Preferent × Bravo 814	—	13	100	100	—	—
Fransche × Bravo 878	Bravo vorm	11	100	100	27	—
Fransche × Bravo 882	andere vorm	27	100	100	—	—
Preferent × Bravo 815	—	22	93	95	—	—
Fransche × Bravo 886	Bravo vorm	42	74	81	—	—
Preferent × Bravo 906	Bravo vorm	15	73	93	—	—
Fransche × Bravo 891	langwerpig	18	66	78	—	—
Preferent × Bravo 809	ovaal	30	33	63	—	zeer langzame groei
Fransche × Bravo 893	Bravo vorm	34	0	12	—	—

In dezelfde richting van erfelijkheid der resistentie wijst ook het gedrag van Zaailing I Ideal × Favoriet. Deze stamt via Favoriet van Roode Star af. Roode Star is zeer resistent, maar wordt nog iets overtroffen door Zaailing I, waarbij geen enkele knol voorkwam met een aantal doorloopende vlekken. Hier ook ziet men in de zaailing de resistentie-eigenschap van een der stamouders optreden. *Juist omdat deze resistentie-eigenschap bij zoo weinige der onderzochte varieteiten gevonden werd, moet men wel aannemen, dat hier de erfelijkheid van een eigenschap aan het licht komt.*

Het bestaan van deze resistente laag en de omstandigheid, dat hier een erfelijke eigenschap in het spel is, kan groote beteekenis hebben voor de kweekers van nieuwe aardappelvariëteiten. Zooals uit het vervolg zal blijken is deze vorm van resistentie, waarbij de geheele knol omgeven schijnt door een resistente laag, de resistentie, die zich handhaaft op alle grondsoorten. Stelt men zich dus ten doel variëteiten te winnen, die op

zwaren bodem een Phytophthora vrije opbrengst leveren, dan moet men op deze eigenschap letten en dus kruisen met soorten, die deze eigenschap vertoonen. Voor een kweeker van nieuwe soorten is het onderzoek met zeer eenvoudige hulpmiddelen zelf ter hand te nemen. Is eenmaal Phytophthora buiten aanwezig, dan heeft men infectiemateriaal steeds voorhanden. Men behoeft slechts de onrijpe knollen voorzichtig zonder verwonding van hun schil te ontdoen en in de boven beschreven suspensie te brengen. Uit het gedrag van de knollen — het vertoonen van de bruine stipjes — ziet men zelf op de wijze van infecteeren juist is geweest.

Het groote voordeel van een dergelijke methode op de knollen los van de plant toe te passen is, dat men ook in jaren, waarin Phytophthora in het loof weinig voorkomt, den graad der knolresistentie op betrouwbare wijze bepalen kan.

d. Verschil in snelheid van groei in het parenchym. Pethybridge en Murphy (18) nemen waar, dat de knollen van een resistente soort, waarmee zij werkten langzamer rotten dan die van vatbare soorten.

In mijn proefschrift (9) heb ik den uitslag gegeven van infecties in een snede aangebracht bij onrijpe knollen in den zomer. Van de 28 onderzochte variëteiten vertoonde één slechts een wat minder diepe uitbreiding. Bij alle andere was de snelheid van groei wel verschillend, het eindresultaat echter gelijk.

Verschillen in snelheid van groei werden nu ook opgemerkt bij kunstmatige infecties op de kurkcambiumlaag. In de snelheid van opkomen der „sproeten" en het zich uitbreiden hiervan tot grauw gekleurde vlekken waren duidelijke verschillen waar te nemen. Zoo gaf Zaailing Preferent × Bravo 809 eerst den indruk resistent kurkcambium te bezitten; bij latere waarneming bleken de knollen echter alle diffuus aangetast. Hetzelfde verschijnsel vertoonde Great Scott (onzeker of de opgave van den naam juist was). Na infectie op de kurkcambiumlaag en ook op de gave schil ontstonden eerst slechts scherp omlijnde donkerbruine vlekjes; na eenigen tijd bewaren echter bleken de knollen van binnen ook normaal aangetast, hoewel het zeer lang duurde, voordat dit van buiten waarneembaar was. Door de langzame uitbreiding vertoonden deze knollen een schijnresistentie.

Systematische aanteekening van de snelheid van opkomen en uitbreiding der vlekjes voor de verschillende variëteiten is niet door mij gedaan.

§ 3. De infectieweg van de schimmel in den knol

a. Stand van het vraagstuk. Als conclusie in een hoofdstuk over de vatbaarheid van de knollen in (9) gaf ik reeds aan, dat er

behalve deze resistentie in het kurkcambium toch nog andere eigenschappen moeten zijn, die de mate van vatbaarheid bepalen, en dat in de soorten die deze resistente laag missen de verschillen in vatbaarheid onmogelijk alleen te verklaren zijn door verschillen in den graad van loofaantasting.

Wanneer men er zich in verdiept welke soort van eigenschappen de vatbaarheid kan bepalen, is wel de eerste vraag die rijst: langs welken weg dringt de schimmel in den knol? In de litteratuur zijn echter slechts zeer schamele gegevens hieromtrent te vinden.

De Bary (3) geeft op: „Wo die Sporangiën auf die Schale gesät waren, wachsen sie senkrecht durch die Korkzellenschichten aus welchen diese besteht". Afbeeldingen worden echter niet gegeven.

Pringsheim (19) meent dat de schimmel door de kurklaag heengroeit, echter ook hier geen experimenteele gegevens. Jones, Giddings en Lutman (8) publiceeren enkele proeven, waarbij telkens van 6 knollen midden in den winter bij infectie met een druppel zoösporen 2 door de oogen, 6 door kunstmatige wonden, 2 door de lenticellen en één door de gave schil geinfecteerd worden.

In mijn proefschrift (9) heb ik den uitslag gegeven van infectieproeven in een sporensuspensie van knollen in drogen zandgrond gegroeid tijdens een buitengewoon drogen zomer. Uit de later gedane waarnemingen zal blijken, waarom ik het tweede deel van de conclusie (pg. 47) „dat Phytophthora door een lenticel naar binnen dringt, maar dat deze wijze van infectie weinig algemeen is" volledig moet terug nemen.

In een latere mededeeling (10) heb ik aangetoond, hoe de grondsoort, waarin de knollen gegroeid zijn, invloed doet gelden op de verkurking der wanden van de parenchymcellen in de lenticellen en hoe dit blijkbaar de vatbaarheid voor lenticelinfecties beïnvloedt. Deelen van de knop, waar de beschutting der kurkcellen ophoudt, bleken tevens een toegangsweg te kunnen vormen voor de schimmel.

b. Bepaling van den infectieweg door kunstmatige infecties. In 1922 werd gelijktijdig een proef ingezet over de mogelijkheid van kunstmatige infectie van knollen van Eigenheimers, die in zeer zware klei en die in zeer drogen zandgrond waren gegroeid. De knollen werden hiervoor direkt na het rooien met ongeschonden schil even ondergedompeld in een sporensuspensie zooals reeds pag. 54 beschreven is.

Eenige dagen later de resultaten van de proefnemingen vergelijkend bleek het, dat beide partijen een zeer verschillend resultaat hadden opgeleverd; bij de op klei gegroeide was een duidelijke infectie van zeer vele lenticellen per knol te zien; in de knollen op zand gegroeid was een dergelijke infectie niet waar te nemen.

Een infectie door een lenticel is in zeer jong stadium (4—6) dagen na besmetting, afhankelijk van temperatuur), zeer gemakkelijk te herkennen. Men ziet een duidelijk grauw lijntje, vooral duidelijk waar te nemen bij variëteiten met lichte schil. Na uitsnijden van het zieke plekje ziet men dat dit streepje altijd te vervolgen is tot binnen de lencicel. Microscopisch herkent men duidelijk het beeld, dat weefsel door Phytophthora aangetast steeds oplevert: bruine celinhoud, bruine celwanden en ophooping van een bruine massa in de intercellulaire holten. Tot mijn verbazing kon ik ook na snijding van vele onmiskenbaar geïnfecteerde lenticellen het Phylophthora mycelium niet gewaar worden na kleuring met Soedan III alcohol. In mijn proefschrift is deze kleuring opgegeven als een zeer goede specifieke kleuring van Phytophthora mycelium. Wel vond ik dikwijls zeer vele vetbolletjes, misschien de rest van het gedesorganiseerde mycelium. Terwijl in infecties in het parenchym van den knol het mycelium zoo constant en gemakkelijk aantoonbaar is, is het wel opvallend dat dit in de lenticellen zoo weinig intact blijft.

Dit verschil in gedrag nu voor knollen in klei en op zand gegroeid gaf aanwijzing tot het doen van verdere infectieproeven.

In 1922 werden deze infectieproeven alleen met de soort Eigenheimer genomen, een soort die in zware klei opvalt door de zeer groote knolvatbaarheid. Knollen met gave schil werden in de sporensuspensie gedompeld en ter controle van het infectiemateriaal werden bij elke geïnfecteerde partij eenige knollen gelegd, waarvan de schil afgeschraapt was, en die daarna met dezelfde suspensie in aanraking waren geweest. Het aantal bruine vlekjes, dat deze controle knollen vertoonden, gaf dan aanwijzing hoe sterk de infectie was geweest, waaraan de ongeschonden knollen waren blootgesteld. In het algemeen was dit aantal steeds zeer groot en is in de tabellen dan als „sterk" opgenomen.

TABEL 17. Weg waarlangs de infectie binnendrong in Eigenheimerknollen op zandgrond.

Way along which tubers of Eigenheimer grown in sandy soil were infected

Datum infectie	11/7	13/7	20/7	23/8	25/8	5/9	tot.
aantal knollen . . .	30	25	15	7	17	30	124
controle	4 sterk	3 sterk	2 sterk	sterk	matig	3 sterk	—
lenticel	—	—	—	2	2	4	8
oog	—	2	—	3	—	—	5
bladlidteeken . . .	—	—	—	—	1	5	6
scheur	—	—	—	1	—	—	1
niet nader omschreven	2	12	—	—	1	5	20

In tab. 17 vindt men den uitslag van de infecties op knollen in zand gegroeid. „Bladlidteeken" is de verhoogde wal die de plaats aangeeft van het blad in welks oksel het oog zich ontwikkeld heeft. Het groot aantal niet nader omschreven infecties vloeit voort uit het feit, dat men het infectiebeeld pas scherp onderscheidt, wanneer men het dikwijls onder de oogen krijgt, iets dat in den zandgrond niet voorkwam.

Uit resultaten zooals in deze tabel te vinden is, de conclusie te begrijpen, dat de gewone infectieweg wel niet door de lenticellen zal gaan.

Geheel verschillend is het aantal geslaagde infecties, dat de Eigenheimers in de klei gegroeid, te zien gaven.

In Tab. 18 zijn de resultaten van opeenvolgende infecties opgenomen. Door de groote aantallen gelukte infecties, soms wel 100 per knol, welke natuurlijk niet altijd nauwkeurig te tellen waren, was de registratiewijze van tab. 17 hier niet bruikbaar. De cijfers geven hier het aantal knollen aan uit een partij, dat langs een bepaalden weg geïnfecteerd werd en bij de lenticellen en oogen is slechts globaal te zien, hoeveel maal elke knol op deze wijze geïnfecteerd werd. Bij de andere infectiewegen is achter het aantal op dezelfde wijze geïnfecteerde knollen tusschen haakjes gevoegd, hoeveel maal dezelfde infectiewijze telkens in de geheele partij voorkwam; hieruit is dan het gemiddelde aantal infecties per knol af te leiden. In de laatste kolom zijn weer de sommen opgenomen van alle infecties op één bepaalde wijze. Deze cijfers zijn dan direct vergelijkbaar met die uit de laatste kolom van tab. 17. „Schil" is een infectie die onder een macroscopisch geheel gave schil was opgekomen. „Worteltje" is de infectie door de fijne worteltjes, die herhaaldelijk aan knollen zijn waar te nemen (zie proefschrift pag. 25). Gewoonlijk vindt men een worteltje aan elke zijde van het eerste oog vanaf den navel. Een enkele maal werden bij één oog 3 worteltjes gevonden, waarvan één boven het oog en soms ook hadden deze worteltjes zich aan oogen, die verder van den navel aflagen ontwikkeld.

De Eigenheimers in de klei gegroeid blijken dus langs alle wegen zeer gemakkelijk infecteerbaar. Zeer talrijk zijn de infecties door de lenticellen.

Wanneer men de kolommen van tab. 18 onderling vergelijkt, blijkt de infectiemogelijkheid door de oogen met het rijper worden der knollen sterk toe te nemen.

Vergelijkt men de laatste kolom van tab. 18 met die van tab. 17 dan blijkt de infectiemogelijkheid door de lenticellen op „klei"- en „zand"knollen buitengewoon verschillend. Bij de knollen op het zand gegroeid zijn na 5 Sept. geen infecties meer ingezet. De kans op infectie door de oogen is dus niet direct vergelijkbaar.

TABEL 18. Weg waarlangs de infectie binnendrong in Eigenheimer knollen in klei.

Way along which tubers of Eigenheimer grown in clay-soil were infected.

Datum infectie	2/8	11/8	25/8	31/8	8/9	21/9	tot.
Aant. geïnf. knollen	25	25	30	25	25	25	155
Aantasting controle knollen	sterk	sterk	matig	sterk	sterk	sterk	
gezond	1 knol	2 kn.	18 kn.	2 kn.	3 kn.	0 kn.	26 kn.
lent. > 40 per knol	0 „	0 „	0 „	0 „	0 „	8 „	8 „
„ 39-15 „ „	10 „	3 „	0 „	3 „	3 „	5 „	24 „
„ 14-5 „ „	2 „	9 „	1 „	7 „	4 „	8 „	31 „
„ 4-1 „ „	4 „	6 „	7 „	8 „	10 „	2 „	37 „
oog > 6 per knol	0 „	0 „	0 „	0 „	4 „	5 „	9 „
„ 5-2 „ „	2 „	0 „	0 „	0 „	5 „	11 „	18 „
„ 2-1 „ „	7 „	7 „	4 „	6 „	10 „	5 „	39 „
bladlidteeken	3 „ (4)	5 „ (6)	1 „	11 „ (16)	6 „ (7)	10 „ (35)	68 maal
worteltje	0 „	0 „	0 „	0 „	0 „	1 „ (1)	1 „
schil	0 „	0 „	0 „	0 „	1 „ (1)	0 „	1 „
scheur	4 „ (17)	1 „ (1)	2 „ (2)	1 „ (1)	1 „ (1)	4 „ (20)	42 „
vlek met oog	4 „ (3)	1 „ (2)	2 „	3 „ (3)	0 „	0 „	8 „
niet nader bepaald	2 „ (10)	3 „ (5)	1 „ (1)	2 „ (2)	0 „	0 „	18 „

c. Infectieweg door de lenticellen

Methode van onderzoek. Aan materiaal in 1922 bewaard werd onderzocht of er een onderscheid te zien was in den bouw der lenticellen, die zoo verschillend waren in vatbaarheid. Doorsneden werden gemaakt door de lenticellen en met Soedan III gekleurd ter bepaling welke wanden verkurkt waren.

Bij een lenticel in klei ontwikkeld krijgt men in het algemeen het volgende beeld (Pl. IX, fig. 1 en 2, Pl. X, fig. 2): In het midden ligt een zeer los weefsel van parenchymcellen; vele cellen liggen vrij. De rand der lenticel wordt gevormd door cellen met verkurkte wand, waar tusschen nog kleine intercellulaire holten te vinden zijn, maar die door hun afgeplatten vorm sterk de gewone kurkcellen naderen. Daarom heen vindt men dan de veelcellige kurklaag, die de schil vormt. Aan de onderzijde zet zich het parenchym der lenticellen zonder scherpen overgang in het veel grovere parenchym van den verderen aardappel voort.

Bij de lenticellen van de Eigenheimers op zand gegroeid is in het algemeen een ander beeld te zien (Pl. X, fig. 3). Het middelste parenchymweefsel heeft weer denzelfden bouw als dat van de klei. De cellen liggen

weer veelal los naast elkaar, maar in eenige van de bovenste lagen van deze cellen vertoonen alle cellen een verkurkte wand. Soms is dit verschil nog grooter en worden de „zand"lenticellen bedekt door een laag cellen, die door hun aaneengesloten ligging al sterk de kurkcellen naderen. Bij de bewaarde „zand"lenticellen waardoorheen de infectie wel was binnengedrongen, was de laag van cellen met verkurkte wanden niet samenhangend over de lenticel. Deze vatbare zandlenticellen vertoonden microscopisch geen verschil met de „klei"lenticellen.

In dit microscopisch te constateeren verschil in bouw tusschen zand- en kleilenticellen bij de Eigenheimers was dus een weg gewezen, hoe het verschil in vatbaarheid van knolllen van verschillende soorten nader te bestudeeren.

Hiertoe werd in 1923 ter aanplanting een keuze gedaan uit de soorten, die in 1922 een verschil in knolvatbaarheid hadden vertoond op zand en op klei en deze knollen van verschillende groeiplaats nader vergeleken. Tevens werden de variëteiten, die bij gelijke loofvatbaarheid in dezelfde grondsoort een groot verschil in percentage zieke knollen hadden gegeven, verder onderzocht.

Met knollen van vele variëteiten werden de kunstmatige infecties in de sporensuspensie verricht. De proeven werden steeds uitgevoerd met versch gerooide knollen. Zooveel mogelijk werden de infecties verricht aan nog onrijpe knollen, waarvan de schil nog gemakkelijk loslaat. Als controle objecten, waaraan de lenticellen onderzocht konden worden, werden dan in formol stukken aardappel en de losse schillen bewaard. Aan deze gemakkelijk van het parenchym te scheiden schillen werd in den winter de bouw der lenticellen nader nagegaan. Wanneer men deze schillen nl. met Soedan III alcohol kleurt en ze in hun geheel bekijkt, nemen zij voldoende de roode kleur aan om de grens in de lenticel tusschen verkurkt en onverkurkt parenchym aan de onder- en bovenzijde te kunnen waarnemen.

In deze gekleurde schilpreparaten onderscheidt men nu lenticellen:

a. aan de bovenzijde geheel bedekt met cellen met verkurkte wanden; (zie Pl. IX, fig. 4);

b. Met aan de boven- en onderzijde in het midden parenchymcellen met onverkurkte wanden (Pl. IX fig. 6);

c. Met aan de bovenzijde of boven- en onderzijde een rand onverkurkte parenchymcellen en verder een opening in het midden (Pl. IX fig. 3);

d. Met een opening in het midden die aan boven- en onderzijde direct grenst aan cellen met verkurkte wand (Pl. IX fig. 5).

De omtrekken van het onverkurkte deel van de lenticellen (dus parenchymcellen met onverkurkte wanden samen met opening) werden nu bij *b*—*d* aan beide zijden bij 70 × vergrooting met behulp van „Zeiss' teekenapparaat" nagetrokken. In geval *d* is het mogelijk, dat er in de lenticel nog meer verkurkte parenchymcellen aanwezig waren en dat een

deel daarvan afgescheurd is. De mogelijkheid is er, dat het onverkurkte deel van de lenticel kleiner is dan het preparaat aanwijst.

Tevens werd de omtrek van een stukje schil, waarvan de onverkurkte oppervlakte van alle lenticellen bepaald was in ware grootte omgetrokken.

De omtrekken werden alle overgetrokken op eenzelfde papiersoort, waarvan het gewicht per vel bepaald was. Deze omtrekken werden dan volgens de gebruikelijke methode ter meting van onregelmatige vlakken uitgeknipt en gewogen. Wanneer er in *b*, *c* en *d* verschil in oppervlakte van het onverkurkte deel was aan de boven- en onderzijde, werd de kleinste oppervlakte gewogen. Alle lenticellen, die uit dezelfde geïnfecteerde partij geteekend waren, werden te samen bewaard en gewogen en natuurlijk evenzeer de oppervlakte van de stukken schil, waarin zij voorkwamen.

Uit de beide gewichtswaarden — oppervlakte van het onverkurkte deel der lenticellen en oppervlakte van de schil — is bij bekende vergrooting de verhouding te berekenen tusschen de oppervlakte van de schil en de oppervlakte van het onverkurkte deel der lenticellen.

De zoo bepaalde verhoudingsgetallen (oppervlakte der schil: onverkurkt deel der schil) geven waarden, die direct vergelijkbaar zijn voor alle onderzochte schillen. Is de verhouding een groot getal, dan beteekent dit dat er weinig onverkurkte openingen in de schil aanwezig waren — is dit klein, dan het omgekeerde.

De methode is wel eenigszins ruw, maar biedt groote voordeelen boven het maken van doorsneden door de lenticellen. 1°. kan men natuurlijk véél meer lenticellen onderzoeken; 2°. krijgt men op deze wijze een beeld van de geheele oppervlakte van een lenticel. De omtrek van het onverkurkte deel is dikwijls zeer willekeurig met in- en uitspringende hoeken en bij het maken van eenige doorsneden door een lenticel weet men niet hoe de deelen zijn, die tusschen de doorsneden liggen Groot is dit laatste bezwaar niet, daar met eenige ervaring men zich op deze wijze ook snel een juist beeld vormt van den anatomischen bouw van een lenticel. 3°. Men kan de oppervlakte der lenticellen onder cijfers brengen, wat men bij het maken van doorsneden niet kan. 4°. Men ziet hoe de lenticellen over de schil verdeeld zijn, hoe bv., wanneer de schillen groeispleten en schubben vertoonen, de lenticellen meestal geheel met verkurkte cellen bedekt zijn.

Door deze methode van bestudeering van de geheele schil bleek, dat het „bladlidteeken" dat in tab. 17 en 18 als een afzonderlijke toegangsweg is genoemd, eigenlijk niet afgescheiden behoeft te worden van den weg door de lenticellen. Het blijkt, dat op den verdikten wal, die morphologisch het lidteeken is, van het blad in welks oksel het oog zich ge-

vormd heeft een serie kleine lenticellen voorkomen. Deze zijn te klein om macroscopisch te worden onderscheiden, maar microscopisch zijn ze duidelijk als afzonderlijke lenticellen waar te nemen.

Er moet echter dadelijk op gewezen worden, dat vergelijking van de zoo verkregen cijfers met het aantal gelukte infecties door 2 wisselende factoren vertroebeld wordt. De grootste moeilijkheid geeft het feit, dat de gebruikte sporensuspensie allerminst altijd dezelfde kracht had, hoewel voor het verkrijgen hiervan op dezelfde wijze te werk werd gegaan. De bijgevoegde controleknollen, op de kurkcambiumlaag geïnfecteerd gaven een beeld, hoe sterk de infectie was, waaraan de knollen in de schil waren blootgesteld en bij alle infectie proeven is aangegeven hoe sterk de aantasting der controleknollen was. Zijn deze diffuus bezaaid met vlekjes, dan is de infectie „sterk", is de verspreiding onregelmatig, dan is de infectie slechts „voldoende". De proeven waarbij de controleknollen slechts weinig van deze „sproeten" vertoonden, zijn niet in de tabellen opgenomen. Het spreekt vanzelf, dat de mate van geslaagde infecties bij „sterk" en „voldoende" besmette partijen niet direct vergelijkbaar is.

Een tweede wisselende factor is, dat het volstrekt niet gezegd is, dat alle knollen van eenzelfde variëteit op het zelfde tijdstip dezelfde lenticelontwikkeling hebben — evenmin dat de oppervlakte van eenzelfden knol in dit opzicht geheel gelijk zou zijn. Bij Eigenheimers, die zeer dikwijls onderzocht werden, vond ik in de klei zeer weinig uiteenliggende cijfers, die dan steeds wezen op een groote oppervlakte der onverkurkte weefsels, maar bij andere soorten bestond er wel degelijk verschil tusschen eenige stukken schil, welke van eenzelfde partij bewaard waren. Een aanwijzing of men met dit verschijnsel te doen heeft, vindt men hierin, dat soms ook bij sterk geïnfecteerde partijen de verdeeling der lenticelinfecties over de knollen zeer onregelmatig was — knollen met tot 50 infecties naast geheel gezonde (zie tab. 19). Bij de partijen met sterke infecties, waar dit verschijnsel duidelijk uit de cijfers bleek, is in de tabellen „onregelmatig" toegevoegd. Alleen door het onderzoek van zeer veel stukken schil is deze fout te elimineeren.

Onderzoek bij verschillende variëteiten op klei en op zand. Met deze methode werd nu door zeer vele infectieproeven met verschillende variëteiten nagegaan of er correlatie bestond tusschen de grootte van het totale onverkurkte oppervlak der lenticellen en het aantal geslaagde kunstmatige infecties.

De gevonden resultaten zullen eerst voor de knollen in de klei gegroeid besproken worden.

In tab. 19 zijn nu alle infectieproeven volgens datum van infectie gerangschikt; op denzelfden datum werden de partijen met gelijke suspensie

TABEL 19. Vergelijking tusschen de mate van verkurking der lenticellen en aantal kunstmatige infecties. Kleigrond.

Comparison between the degree of susceptibility of the lenticels and the amount of artificial infections bij inoculation. Clay soil.

Variëteit	datum infectie	oppervl. schil: onverkurkt oppervl.	oppervl. schil	aantasting controle knollen	geïnfecteerde lenticellen per knol	verdeeling lenticel infecties over de knollen
Eigenheimer	30/7	475	13cM²	sterk	3.1	1(16) 5(4—7) 5(1—2) 4 gez.
Eigenheimer	30/7	514	20 „	sterk	5.3	4(11-19) 6(7-9) 4(4-6) 3(2-3)gez.8.
Bintje	6/8	1674	13 „	sterk	0.4	3 (1-4) gez. 13.
Centifolia	6/8	2762	12 „	sterk	0.1	2 (1-2) gez. 20.
Duc (Wilde)	6/8	3715	28 „	sterk	1.3	3(4-6) 4(1-2) gez. 12.
Industrie	7/8	5284	17 „	sterk	3.2	3(13-15) 4(4-7) 4(1-2) gez. 11.
Bonten	7/8	1836	17 „	sterk	0.3	5(1-2) gez. 18.
Blauwen	8/8	1182	23 „	voldoende	0.9	7(1-3) gez. 6.
Kartz	8/8	873	24 „	voldoende	1	1(8) 3(1-2) gez. 8.
Thiele's 10/4	9/8	3067	25 „	voldoende	0	15 gezond.
Thiele's 7/19	9/8	1039	44 „	voldoende	0.2	2(1) gezond 8.
Eigenheimer	9/8	457	17 „	voldoende	2.8	1(10) 2(6-8) 3(3-5) 1(2) 6 gez.
Eigenheimer	21/8	601	32	z. sterk	23.2	6(16-32).
Zaailing 811	21/8	948	33 „	z. sterk	14.8	5(13-27) 2(6-8).
Zaailing 815	21/8	601	16 „	z. sterk	10	6 (10-27) 2(8-9) 3(4-5).
Zaailing 886	21/8	390	18 „	z. sterk	8.5	4(11-16) 5(8-10) 5(3-5).
Zaailing 906	21/8	336	11 „	z. sterk	13.6	7(10-25) 3(6-8)
Kraal	5/9	1066	40 „	z. sterk	11.1	7(10-25) 6(9-4).
Arnica	5/9	242	12 „	z. sterk	9.1	4(15-29) 5(1-4).
Gratiola	5/9	1021	17 „	z. sterk	2.2	3(6-10) 5(1) gez. 5.
Herold	5/9	1747	14 „	z. sterk	2.6	2(6-8) 5(2-4) 4 gez.
Parnassia	5/9	738	40 „	z. sterk	20.7	7(20-46) 3(10-12) 2(7-8) 2(3-4)
Eigenheimer	8/9	737	41 „	sterk	veel	
Blauwen	8/9	15876	25 „	sterk	0.2	2(4-5) 5(1-3) gez. 3.
Favoriet	8/9	401	24 „	sterk	8.9	2(35-57) 2(10-15) 5(4-6) 6 (1-2)
Fav. × Ideal I	8/9	549	21 „	sterk	4.8	1(10) 3(6-9) 4(2-5) gez. 2
Fav. × Ideal II	8/9	2588	23 „	sterk	2.5	3(4-5) 4(1-2) 1 gez.
Bravo	8/9	296	29 „	sterk	17.5	1(11) 1(24).
Duc (Wilde)	27/9	239	12 „	sterk	veel	
Gratiola	27/9	610	30 „	sterk	veel	

behandeld, zoodat men dan het aantal gelukte lenticelinfecties van soorten op denzelfden datum wel kan vergelijken. De som der oppervlakte van de gemicroscopiseerde stukken schil bij elke infectieproef behoorend is in cM². opgegeven.

In verband met de onvatbaarheid van de kurkcambiumlaag moet het opvallen, Bravo en Parnassia hier onder de variëteiten met vele lenticelinfecties per knol te vinden. Hierbij moet echter in het oog gehouden worden, dat bij deze infectieproeven ter bepaling van den ingangsweg van de schimmel de vlekjes uitgesneden waren, wanneer zij macroscopisch juist waarneembaar waren en deze getallen dus geen maat zijn voor de uitbreiding van de vlekjes in den knol. Wilde men het resultaat hiervan afwachten, dan zouden bij de knollen, die de resistente laag missen, alle afzonderlijke vlekjes tot een diffuse aantasting ineenloopen en de ingangsweg niet meer te bepalen zijn.

Om nu een indruk te krijgen in hoever correlatie bestaat tusschen de grootte der verhoudingsgetallen en het aantal geslaagde lenticelinfecties, zijn nu alle infectieproeven, waarbij de controles „sterk" geïnfecteerd waren, afzonderlijk vergeleken.

TABEL 20. Kleigrond. Aantal lenticel infecties < 0.5 per knol.

Clay soil Amount of infections through the lenticels less than 0.5 per tuber.

Variëteit	lent. inf. per knol	aantasting controle knollen	oppervl. schil: onverkurkte oppervl.	verdeeling over de knollen
Centifolia	0.1	sterk	2762	regelmatig
Blauwen	0.2	„	15876	regelmatig
Bonten	0.3	„	1836	regelmatig
Bintje	0.4	„	1674	regelmatig

In tab. 20 ziet men hoe bij de 4 soorten, waarvan de infectie < 0.5 per knol, dus zeer gering was, het verhoudingsgetal steeds boven 1500 is gebleven.

In tab. 21 ziet men 8 soorten, waarvan het verhoudingsgetal meer is dan 1500, waarbij het hoogste cijfer voor lenticelinfectie 3.2 is. Dit getal, en nog 3 andere zijn aanzienlijk hooger dan men uit tab. 20 zou afleiden. Echter is hier steeds de lenticel aantasting der knollen zéér onregelmatig, zoodat de lenticel ontwikkeling waarschijnlijk uiteenloopend was.

Een zeer groot verschil ziet men, wanneer men deze 2 tabellen verge-

lijkt met tab. 22 en tab. 23. In tab. 22 blijft 8 maal bij een infectie aantal grooter dan 5 per knol het verhoudingsgetal onder 1000 — gewoonlijk omstreeks 600. Alleen bij Geldersche Kraal, waar de infectie der knollen toch regelmatig verdeeld was, is het getal 1066. Wel is de infectie bij deze partij buitengewoon overvloedig geweest. Parnassia had op denzelfden dag 20.7 lenticelinfecties per knol.

TABEL 21. Kleigrond. Oppervlakte schil: onverkurkte oppervlakte > 1500.

Clay soil. Ratio of the suberised to the non-suberised part of the skin over 1500.

Variëteit.	Oppervl. schil: onverkurkt oppervl.	aantasting controle knollen	lent. inf. per knol	verdeeling over de knollen
Blauwen	15876	sterk	0.2	regelmatig
Industrie	5284	„	3.2	onregelmatig
Wilde Duc	3715	„	1.3	onregelmatig
Centifolia	2762	„	0.1	regelmatig
Zaailing II	2588	„	2.5	onregelmatig
Bonten	1836	„	0.3	regelmatig
Herold	1747	zeer sterk	2.6	onregelmatig
Bintje	1647	sterk	0.4	regelmatig

TABEL 22. Kleigrond. Aantal lenticelinfecties > 5 per knol.

Clay soil. Amount of infections through the lenticels over 5 per tuber.

Variëteit.	lenticel infecties per knol	aantasting controle knollen	Oppervl. schil: onverkurkt oppervl.	verdeeling over de knollen
Eigenheimer	23.2	zeer sterk	601	regelmatig
Parnassia	20.7	„	738	„
Bravo	17.5	sterk	296	„
Zaailing 811	14.8	zeer sterk	948	„
Zaailing 906	13.6	„	336	„
Geld. Kraal	11.1	„	1066	„
Zaailing 815	10	„	601	„
Arnica	9.1	„	242	onregelmatig
Favoriet	8.9	sterk	401	„
Zaailing 886	8.5	zeer sterk	390	regelmatig

TABEL 23. Kleigrond. Oppervlakte schil: onverkurkt oppervlak < 1000.

Clay soil. Ratio of the suberised to the non-suberised part of the skin less than 1000.

Variëteit	Oppervl. schil: onverkurkt oppervl.	aantasting controle knollen	lenticel infecties per knol	verdeeling over de knollen
Arnica	242	zeer sterk	9.1	onregelmatig
Bravo	296	sterk	17.5	—
Zaailing 906	336	zeer sterk	13.6	regelmatig
„ 886	390	„	8.5	„
Favoriet	401	sterk	8.9	onregelmatig
Zaailing I	549	„	4.8	„
Eigenheimer	601	zeer sterk	23.2	regelmatig
Zaailing 815	601	„	10	„
Parnassia	738	„	20.7	„
Zaailing 811	948	„	14.8	„

Ziet men in tab. 23 de uitkomsten der infecties bij een verhoudingsgetal < 1000, dan is dit getal 9 maal meer dan 5, 5 maal meer dan 10. Bij Favoriet × Ideal I blijft het getal onder het vergelijkenderwijs te verwachten aantal, maar de verspreiding der infecties is zeer onregelmatig.

Een scherpe aanwijzing, dat de graad van vatbaarheid der lenticeleln bij de kleiknollen in de grootte van het onverkurkte weefsel ligt, geeft de vergelijking van de schil van eenige gezond gebleven en eenige ziek geworden Eigenheimers uit een partij 4 Augustus geïnfecteerd. De ziek geworden knollen gaven een verhoudingsgetal van 450, de gezond gebleven knollen 1782. Hier bepaalde dus duidelijk de mate van verkurking der lenticellen de mate van vatbaarheid.

Bij kunstmatige infecties is dus bij knollen in zware klei gegroeid de correlatie tusschen onverkurkte oppervlakte van de schil en de vatbaarheid door de lenticellen zeer voldoende. Dit geeft dus de verklaring voor het feit, dat de vatbaarheid der knollen bij gelijke loofaantasting en gelijk gedrag van de kurkcambiumlaag zeer uiteenloopend kan zijn. *Het blijkt dus mogelijk te zijn, dat ook in zwaren grond de schil zelf door het ontbreken van parenchymcellen met onverkurkte wanden aan de oppervlakte der lenticellen de knol voor het binnendringen van de schimmel kan behoeden.*

Nu de vergelijking van de verschillende soorten op drogen zandgrond onder onderling gelijke omstandigheden gegroeid.

TABEL 24. Vergelijking van mate van verkurking der lenticellen en aantal kunstmatige infecties. Zandgrond.

Comparison between the degree of suberisation of the lenticels and the amount of infections by inoculation. Sandy soil.

Soort	datum v. infectie	oppervl. schil: onverkurkt oppervlak	oppervl. schil	aantasting controle knollen	geinf. lent. per knol.
Eigenheimer	14/7	2888	35 cM²	sterk	0
Kraal	31/7	4700	18 „	sterk	0
Bintje	31/7	1764	25 „	sterk	0.8
Hendrik	31/7	512	11 „	sterk	1
Eigenheimer	31/7	2188	29 „	sterk	0.2
Lutske	31/7	1450	26 „	sterk	0
Bonten	3/8	3060	17 „	sterk	0
Arnica	7/8	2522	24 „	sterk	0
Botergele	7/8	2618	24 „	sterk	0
Duc (Wilde)	8/8	5222	38 „	sterk	0
Eigenheimer	8/8	2504	30 „	matig	0.2
Eigenh. laat gepoot	13/8	1285	15 „	sterk	0.5
Zaailing 886	14/8	543	15 „	sterk	0.7
Eigenheimer	16/8	—	—	sterk	0.1
Thiele's 3/17	17/8	845	15 „	voldoende	0
Thiele's 10/4	22/8	5663	13 „	z. sterk	0
Auf der Höh (Lembke)	23/8	543	16 „	z. sterk	0.5
Zaailing 891	23/8	277	11 „	voldoende	1.2
Blauwen	25/8	6566	10 „	sterk	0.6
Kartz	31/8	647	13 „	sterk	0
Triumf	31/8	639	23 „	voldoende	0.2
Ceres	31/8	1345	12 „	weinig	0
de Wet	31/8	1540	16 „	voldoende	0.1
Roode Star	31/8	2603	13 „	sterk	0.1
Auf der Höh	5/9	—	—	sterk	3.1
Eigenh. laat gepoot	7/9	588	20 „	sterk	2.8
Zaailing 815	8/9	28350	12 „	z. sterk	0
Zaailing 906	8/9	20416	15 „	voldoende	0.2
Geh. Walter	14/9	1700	13 „	voldoende	1
Gratiola	14/9	2615	11 „	sterk	0.1
Zaailing 811	18/9	—	—	sterk	7.8
Zaailing 893	18/9	—	—	sterk	2.4

Tabel 24 geeft de infecties volgens datum gerangschikt. Hier echter is op denzelfden dag niet steeds dezelfde suspensie gebruikt, zoodat het aantal

infecties bij de knollen van de eene variëteit geen aanwijzing geeft voor het te verwachten aantal van een andere.

Wanneer men nu de cijfers volgens dezelfde methode rangschikt als bij de „kleiknollen", dan zijn de uitkomsten niet gelijk. Weer worden alleen die proeven gebruikt, waarbij de controleknollen veel vlekjes vertoonden.

TABEL 25. Zandgrond. Oppervlakte schil: onverkurkte oppervlakte > 1500.

Sandy soil. Ratio of the suberised to the non-suberised part of the skin over 1500.

Variëteit.	Oppervl. schil: onverkurkt oppervlak	aantasting controle knollen	geinfect. lenticellen per knol
Bintje	1764	sterk	0.8
Arnica	2522	„	0
Roode star	2603	„	0.1
Gratiola	2615	„	0.1
Botergele	2618	„	0
Eigenheimer	2888	„	0
Bonten	3060	„	0
Kraal	4700	„	0
Duc (Wilde)	5222	„	0
Thiele's 10/4	5663	zeer sterk	0
Blauwen	6566	sterk	0.6
Zaailing No. 815	28350	zeer sterk	0

In tab. 25 verhoudingsgetal > 1500 stijgt het aantal infecties per knol niet boven 1. Dit stemt dus overeen met wat de knollen uit de klei te zien gaven.

In tabel 26 waar bij een aantal infecties per knol < 0.5 het verhoudingsgetal is opgegeven, is het cijfer voor Kartz lager dan te verwachten was. Veel sprekender nog zijn de afwijkingen in tab. 27 waar het aantal lenticelinfecties is opgegeven voor soorten, waarbij het verhoudingsgetal minder dan 1000 was. Herhaaldelijk is dit verhoudingsgetal even laag als in de klei en toch blijft het aantal lenticel infecties ver onder cijfers daar verkregen. Het hoogste aantal is 2,8 per knol. Het allerhoogste is 7.8 voor Preferent × Bravo No. 811, maar hier is door het reeds rijp zijn van de knollen het verhoudingsgetal niet bepaald kunnen worden.

TABEL 26. Zandgrond. Aantal lenticel infecties per knol < 0.5.

Sandy soil. Amount of infections through the lenticels less than 0.5 per tuber.

Variëteit	geinfect. lenticellen per knol	aantasting controle knollen	oppervl. schil: onverkurkt oppervlak
Eigenheimer	0	sterk	2888
Kraal	0	„	4700
Lutske	0	„	1450
Bonten	0	„	3060
Arnica	0	„	2522
Botergele	0	„	2618
Wilde Duc	0	„	5222
Thiele's 10/4	0	zeer sterk	5663
Kartz	0	sterk	647
Zaailing 815	0	„	28350
Gratiola	0.1	sterk	2615
Roode Star	0.1	zeer sterk	2603
Zaailing 906	0.2	voldoende	20416

De correlatie dus tusschen de onverkurkte oppervlakte en de lenticelvatbaarheid gaat in het zand niet op. Wel zijn lenticellen, waarvan de parenchymcellen verkurkt zijn niet te infecteeren, maar lenticellen, die microscopisch volkomen hetzelfde beeld te zien geven als de zeer vatbare „klei"lenticellen, worden veel zeldzamer aangetast.

Verklaarbaar zou dit zijn, wanneer men aan kon toonen, dat de met Soedan III te verkrijgen verkleuring der celwanden de laatste van een serie veranderingen in de celwand was; dat reeds vroeger een verandering optrad, die de wanden resistenter maakte, maar dat dit proces in de klei sneller verloopt. Natuurlijk is dit een zuivere hypothese. *Het eenige wat ik wel meen te hebben aangetoond is, dat de lenticellen met onverkurkte celwanden in het zand werkelijk veel minder vatbaar moeten zijn dan deze in de klei.*

Ten slotte zijn voor alle soorten de verhoudingsgetallen in klei en in zand met elkaar vergeleken (tab. 19 met tab. 24).

TABEL 27. Zandgrond. Oppervlakte schil: onverkurkte oppervlakte < 1000.

Sandy soil. Ratio of the suberised to the non-suberised part of the skin less than 1000.

Variëteit	oppervlak schil: onverkurkt oppervlak	aantasting controle knollen	geinfect. lenticellen per knol
Zaailing 891	277	voldoende	1.2
Hendrik	512	sterk	1
Zaailing 886	543	„	0.7
Auf der Höh	543	zeer sterk	0.5
Eigenheimer laat gepoot	558	sterk	2.8
Kartz	647	„	0

Alle soorten tesamen genomen, vindt men 12 soorten, die op de klei een kleiner verhoudingsgetal hebben dan op het zand, één met een grooter.

Om een indruk van de grootte van dit onderscheid te krijgen zijn hieronder deze 18 variëteiten in 3 groepen verdeeld.

TABEL 28

I zand > 2000, klei < 1000	4 soorten
II zand en klei < 1000	2 „
III zand en klei > 1000	7 „

Groep I, waartoe de Eigenheimer behoort, die in de klei onverkurkte en op het zand sterk verkurkte lenticellen vertoonde is dus met 3 der onderzochte variëteiten vermeerderd. Bij deze soorten is het dus zonder meer duidelijk, dat zij in het zand veel minder zieke knollen geven dan op de klei.

Wanneer men tab. 19 nagaat, blijkt ook, dat de verhoudingsgetallen bepaald uit waarnemingen aan dezelfde soort op verschillende tijden sterk wisselend in grootte kunnen zijn. In een zomer als 1923 waarbij na een tijd van droogte een langdurige regenperiode inviel, waardoor veel doorwas optrad, is dit niet te verwonderen. Wilde Duc in kleigrond geeft van deze verschillen in gedrag der lenticellen een scherp voorbeeld.

Uit dit feit blijkt duidelijk, dat door éénmaal waarnemen van de lenticellen men zich geen beeld kan maken van de vermoedelijke knolvatbaarheid door de lenticellen van een bepaalde variëteit.

Het is zelfs zeer denkbaar, dat in verschillende jaren de lenticelvatbaarheid bij eenzelfde variëteit wisselend zou kunnen zijn, wat zou kunnen verklaren, dat de hoeveelheid zieke knollen in verschillende jaren zoo verschillend kan zijn.

Onderzoek van Eigenheimers op verschillende groeiplaatsen. Afzonderlijk moet nu nog het gedrag van de variëteit Eigenheimer behandeld worden, daar poters van dezelfde afkomst in April 1923 op verschillende grondsoort uitgezet werden en in den loop van den zomer het gedrag van de knollen werd nagegaan.

Gepoot werden de knollen:

a. in zware zeeklei (IJpolder),

b. op lichten zandgrond (proefveld Laboratorium W. C. Scholten, Baarn),

c. in sterk bewerkten humusrijken zandgrond (Hortus Canton's Park, Baarn),

d. in zandige klei (Eempolder),

e. op veengrond (door de medewerking van den heer J. H. Kruit, Stadskanaal).

Vergeleken werden éénmaal Eigenheimers in lichtere zeeklei (Overflakkee) gegroeid (*f*).

In tab. 29 vindt men de vergelijking van deze planten wat betreft mate van verkurking der lenticellen en vatbaarheid bij kunstmatige besmetting. Daar op eenige der groeiplaatsen de planten reeds afgestorven waren vóór aantasting van het loof, is de vergelijking van het ziektepercentage van de opbrengst niet te geven.

Het blijkt dat in *a* van 30 Juli—8 September de lenticellen steeds even onverkurkt bleven, zoodat hier verwacht kan worden, dat gedurende de geheele groeiperiode van de knollen deze even sterk vatbaar zullen zijn door de lenticellen.

De aardappelen uit lichtere zeeklei (*f*) vertoonden eveneens een sterke lenticelvatbaarheid. Door rijpheid der knollen kon de schil hiervan niet onderzocht worden.

Van de aardappelen op zeer drogen zandgrond (*b*) gekweekt vertoonden zeer jonge reeds sterk verkurkte lenticellen en lenticelresistentie. Uit latere waarnemingen bleek het, dat deze verkurking blijft bestaan. Eigenheimers echter 14 Juli op hetzelfde terrein gepoot en gerijpt gedurende een hevige regenperiode hadden op 7 September zeer weinig verkurkte lenticellen, die een veel grootere vatbaarheid hadden dan bij de oudere was gevonden. Toch bleef, hoewel de graad van verkurking gelijk was, de vatbaarheid sterk achter bij wat in de klei was waar te nemen.

Eigenheimers in humusrijken zandgrond (*c*) gekweekt gaven sterke verkurking te zien, die in zandige klei (*d*) geringer, terwijl de lenticelvatbaarheid hier gering bleef.

De knollen uit de Veenkolonie (*e*) gaven microscopisch een beeld, dat zeer op dat van de kleiknollen geleek en hoewel het infectiemateriaal niet sterk was, vertoonden deze vele lenticelinfecties.

TABEL 29. Lenticelvatbaarheid bij Eigenheimers.

Degree of susceptibility through the lenticels in Eigenheimer tubers.

Groeiplaats	datum infectie	aantal knollen	oppervl. schil: onverk. oppervl.	oppervl. schil.	aantasting controle knollen	lent. inf. per knol.	verdeeling over knollen
a. Zware klei . .	30/7	25	514	20 cM².	sterk	5.3	—
,,	30/7	16	475	13 ,,	,,	3.1	—
,,	9/8	13	457	17 ,,	voldoende	2.8	—
,,	21/8	6	601	32 ,,	zeer sterk	23.2	—
,,	8/9	—	737	41 ,,	sterk	vele	—
b. Zandgrond . .	3/7	—	7010	16 ,,	—	—	—
,,	13/7	15	2888	35 ,,	sterk	0	—
,,	31/7	14	2188	29 ,,	,,	0.2	—
,,	8/8	—	2504	30 ,,	matig	0.2	—
,,	16/8	10	—	—	sterk	0.1	—
,,	21/8	11	—	—	,,	0.4	—
,,	5/9	8	—	—	,,	1.4	—
c. Tuingrond . .	21/9	18	4127	28 ,,	voldoende	1.6	onreg.
,,	5/9	22	2128	27 ,,	voldoende	0.5	—
d. Zandige klei .	31/7	15	1284	27 ,,	sterk	0.07	—
,,	21/8	10	970	29 ,,	matig	0.4	—
e. Veengrond . .	1/8	35	872	19 ,,	matig	2.6	onreg.
f. Kleigrond (Sommelsdijk) . . .	25/8	11	—	—	sterk	5.1	—
Op zandgrond laat gepoot.	13/8	40	1285	15 ,,	sterk	0.5	—
,,	7/9	6	588	20 ,,	,,	2.8	—
,,	13/9	15	—	—	,,	0.5	—

Wanneer men deze uitkomsten vergelijkt, spreekt uit het gedrag der variëteit Eigenheimer zeer duidelijk de invloed, die uitwendige omstandigheden, i. c. bodemgesteldheid op de mate van vatbaarheid uitoefenen. In klei was de lenticelvatbaarheid steeds zeer groot, in veengrond groot bij de ééne keer, dat dit werd nagegaan. In zandige klei en humusrijken

zandgrond was de vatbaarheid gering, op zandgrond zéér gering. Een uitzondering hierop maken echter de laat gepote planten, die na een sterke regenperiode matig vatbare knollen leverden.

De bodemgesteldheid oefent grooten invloed op de lenticelvatbaarheid der variëteit Eigenheimer. Een voldoende correlatie met den anatomischen bouw der lenticellen is aanwezig.

d. Infectie door de oogen. Zooals uit de kunstmatige infecties in 1922 bleek (zie tab. 18) was de Eigenheimer zeer dikwijls door de oogen te infecteeren. Uit de infectieproeven bleek een duidelijke toename bij het rijper worden der knollen, echter op een oogenblik, dat macroscopisch van uitloopen geen spoor te bekennen was.

In 1923 werd bij een groot aantal variëteiten op zand en klei verbouwd nagegaan, in hoever de oogen een infectie ingang konden vormen.

Eerst zullen weer de infectieproeven op de klei besproken worden.

In tab. 30 zijn alle infecties in chronologische volgorde geplaatst. In verband met de waarnemingen van 1922 en met wat 1923 te zien gaf is een scheiding gemaakt in infecties die vóór, en infecties die na 1 September werden ingesteld. Ook hier weer zijn de cijfers voor de ooginfecties niet direct vergelijkbaar, daar de gebruikte sporensuspensies uiteenloopend waren, maar door veel proeven worden deze verschillen wel geëlimineerd.

Bepaalt men nu de som van alle knollen, die in infectieproeven gebruikt werden vóór 1 September, en bepaalt men het aantal ooginfecties, dat in al die proeven tesamen slaagde, dan krijgt men 431 knollen en 122 ooginfecties, d. w. z. 0.28 per knol. Bepaalt men dezelfde getallen bij de infectieproeven na 1 September, dan krijgt men 155 en 220, dus gemiddeld per knol 1.42.

De verhouding van 0.28 en 1.42 is 5.1. Alle gebruikte soorten tesamen genomen is dus het aantal geslaagde ooginfecties bij rijpere knollen 5.1 maal zoo groot als dat bij jonge.

5 soorten zijn in de klei 2 of meer malen op verschillende datum geinfecteerd (tab. 30); 3 maal nam bij deze soorten het aantal infecties toe, 2 maal bleef het gelijk.

In het algemeen blijkt de oogvatbaarheid toe te nemen bij het rijp worden der knollen.

Nu de infectieproeven van knollen op zandgrond gekweekt. Hier is de tijdsgrens op 15 Augustus gesteld. In het proefveld van het Laboratorium W. C. Scholten waren nl. de knollen veel vroeger rijp dan in de klei, zoodat ik meen op deze manier beter vergelijkbare cijfers te krijgen.

In tab. 31 is de uitslag van deze infecties gegeven. Voor vroege infecties vindt men dan na optelling een gemiddelde aantasting van 0.05 oog per knol — voor infecties na 15 Augustus 0.5 per knol. De toename is hier dus groot, nl. 10 maal, terwijl de absolute aantallen lager zijn dan bij de klei-

TABEL 30. Ooginfecties. Kleigrond.

Infections through the eyes. Clay soil.

vóór 1 September						na 1 September					
datum infectieproef	variëteit	aantasting controle knollen	aantal proefknollen	oog infecties per knol	oog infecties totaal	datum infectieproef	variëteit	aantasting controle knollen	aantal proefknollen	oog infecties per knol	oog infecties totaal
25/7	Früheste	vold.	26	0	0	5/9	Arnica	z. sterk	9	2.6	24
27/7	Geld. Kraal	vold.	18	0	0	5/9	Parnassia	z. sterk	14	2.9	40
27/7	Muis	vold.	13	0.4	5	5/9	Geld. Kraal	z. sterk	13	0.4	5
27/7	Riesenweisse	vold.	13	0.4	5	5/9	Bisquit	sterk	17	3.3	57
30/7	Eigenheimer	sterk	25	0.3	7	5/9	Geh. Walter	z. sterk	15	1.7	25
6/8	Bintje	sterk	16	0.7	12	6/9	Thiele's 3/17	z. sterk	6	0.05	1
6/8	Centifolia	sterk	22	0	0	5/9	„ 10/4	z. sterk	10	0	0
6/8	Duc (Wilde)	sterk	20	0.05	1	5/9	Gratiola	z. sterk	13	1.1	14
6/8	Thiele's 4/8	sterk	20	0.1	2	5/9	Herold	z. sterk	11	1.6	18
7/8	Bonten	sterk	24	0.1	2	8/9	Blauwen	sterk	10	1.8	18
7/8	Ceres	sterk	4	0.5	2	8/9	Bravo	sterk	2	0	0
7/8	Industrie	sterk	22	0.4	9	8/9	Favoriet	sterk	16	0.2	3
8/8	Blauwen	vold.	13	0.4	5	8/9	Id. × Fav. I	sterk	11	0.7	8
8/8	Emden	sterk	9	0.2	2	8/9	Id. × Fav. II	sterk	8	0.9	7
8/8	Kartz	vold.	12	0	0			Totaal	155		220
8/8	Odenw. Blaue	vold.	17	0.4	7						
9/8	Thiele's 10/4	vold.	15	0	0						
9/8	Thiele's 7/19	vold.	10	0	0						
9/8	Eigenheimer	vold.	13	0.3	4						
9/8	Pepo	vold.	17	0	0						
21/8	Eigenheimer	z. sterk	6	1.2	7						
21/8	Bravo	z. sterk	16	0.	0						
21/8	No. 809	z. sterk	10	0.9	9						
21/8	„ 811	z. sterk	7	0.7	5						
21/8	„ 814	z. sterk	10	0.4	4						
21/8	„ 815	z. sterk	12	0.8	10						
21/8	„ 882	z. sterk	12	1.2	15						
21/8	„ 886	z. sterk	14	0.2	3						
21/8	„ 891	z. sterk	10	0.6	6						
21/8	„ 893	z. sterk	5	0	0						
		Totaal	431		122						

knollen. Hierbij speelt echter wel een rol, dat in het zeer droge proefveld, waarop eenige jaren achtereen aardappelen waren verbouwd de opbrengst van vele variëteiten onbevredigend was en een knol hier gemiddeld veel

TABEL 31. Ooginfecties. Zandgrond

Infections through the eyes. Sandy soil.

vóór 15 Augustus						na 15 Augustus					
datum infectieproef	variëteit	aantasting controle knollen	aantal proefknollen	oog infecties per knol	oog infecties totaal	datum infectieproef	variëteit	aantasting controle knollen	aantasting proefknollen	oog infecties per knol	oog infecties totaal
3/7	Lutske	sterk	10	0	0	21/8	Bintje	sterk	4	0.2	1
13/7	Bintje	sterk	15	0.2	3	21/8	Eigenheimer	sterk	11	0	0
13/7	Eigenheimer	sterk	15	0	0	22/8	Thiele's 10/4	z. sterk	6	0	0
16/7	Eigenheimer	vold.	15	0	0	23/8	Auf der Höh	z. sterk	15	0.2	3
27/7	Lutske	vold.	10	0	0	23/8	Riesenweisse	sterk	6	0	0
31/7	Hendrik	sterk	30	0.1	3	23/8	No. 886	sterk	10	0	0
31/7	Geld. Kraal	sterk	10	0	0	25/8	Bonten	vold.	11	1.1	12
31/7	Duc (Wilde)	sterk	10	0	0	25/8	Blauwen	vold.	10	0.2	2
31/7	Eigenheimer	sterk	14	0	0	31/8	Triumf	vold.	10	0.2	2
3/8	Lutske	sterk	4	0	0	1/9	Thiele's 3/17	sterk	5	0.2	1
3/8	Bonten	sterk	15	0	0	5/9	Kartz	sterk	8	0	0
7/8	Botergele	sterk	10	0.1	1	5/9	Pepo	sterk	12	0.9	11
7/8	Arnica	sterk	13	0	0	5/9	Pirola	sterk	12	0.2	3
7/8	Thiele's 4/8	vold.	10	0	0	5/9	Roode Star	sterk	7	0	0
11/8	Eigenheimer	—	40	0.1	4	5/9	No. 814	vold.	14	0.1	1
						5/9	De Wet	vold.	10	0.1	1
		Totaal	221		11	5/9	Eigenheimer	sterk	8	2.2	18
						8/9	No. 809	sterk	12	0.2	2
						13/9	Bisquit	sterk	11	0.2	2
						13/9	Industrie	sterk	8	0.8	6
						13/9	P. Kruger	sterk	6	0.1	1
						13/9	No. 815	z. sterk	24	0.6	14
						13/9	Blauwen	vold.	24	0.5	11
						14/9	Geh. Walter	sterk	7	0	0
						14/9	Auf der Höh	sterk	6	1.8	11
						14/9	Favoriet	sterk	15	0.2	3
						14/9	Id. × Fav. I	sterk	9	0	0
						14/2	Id. × Fav. II	sterk	12	1	12
						15/9	No. 893	sterk	8	1.5	12
						15/9	No. 811	sterk	5	1.1	6
						18/9	Gratiola	sterk	11	0.4	4
						18/9	Triumf	sterk	4	5.5	22
								Totaal	321		161

kleiner was en minder oogen had dan op de klei. Er is dus geen aanleiding uit deze cijfers te concludeeren, dat de vatbaarheid der oogen op zandgrond geringer is dan op kleigrond. Dit zou men mogen zeggen, wanneer

het gewicht en niet het aantal der geïnfecteerde knollen bepaald was.

Bij variëteiten, die herhaaldelijk geïnfecteerd zijn, is 5 maal bij de latere infectieproeven het aantal ooginfecties toegenomen, 2 maal gelijk gebleven.

In het algemeen blijkt de oogvatbaarheid toe te nemen bij het rijp worden der knollen.

Door middel van tab. 30 en 31 kan men de oogvatbaarheid vergelijken van de soorten op zand en op klei gekweekt. Men vindt dan 14 maal het gemiddeld aantal in de klei grooter is, 6 maal het aantal in het zand, 2 maal verschillend of men de 1e of 2e geïnfecteerde partij vergelijkt. Van de 14 keeren, waar het aantal infecties in de klei grooter is, is 8 maal de gebruikte sporensuspensie ook sterker, van de 6 keeren, waar de zandknollen de meeste ooginfecties vertoonen is dit slechts éénmaal het geval.

De bodemgesteldheid heeft geen invloed op de maat van vatbaarheid door de oogen.

Onder de soorten uit kleigrond onderzocht vertoonen Früheste, Centifolia en Bravo géén ooginfecties; de eerste twee zijn echter alleen vroeg geïnfecteerd. Van de soorten alleen op zandgrond onderzocht vertoonen Lutske en Roode Star géén infecties door de oogen; weer is Lutske alleen vroeg geïnfecteerd. De variëteiten Kartz en Thiele's 10/4 zijn de eenige, die èn op zand èn op klei bij kunstmatige infectie nooit eenige ooginfectie vertoonden.

Ideal × Favoriet I en Zaailing 893 zijn variëteiten, die in de kurkcambiumlaag zeer resistent zijn en toch vertoonen deze alle nog eenige ooginfecties. Men moet hier echter evenals bij de lenticellen in het oog houden, dat dergelijke zieke plekjes in het allereerste stadium uitgesneden werden — aanwijzing over het doorloopen binnen den knol geeft dit niet. Het tegendeel is vele waarschijnlijker; met Zaailing 893 werden zeer veel infecties van de kurkcambiumlaag nog eind September gedaan, met resultaat gezonde knollen. Hierbij was dan de kans op uitbreiding door de knollen na ooginfecties zeker even groot.

Er blijken dus variëteiten te zijn die ook tijdens den rooitijd niet door de oogen te infecteeren zijn.

In een afzonderlijk hoofdstuk zal behandeld worden door welke deelen van den knop de schimmel kan binnen dringen.

§ 4. Vergelijking der resultaten van kunstmatige infecties met veldwaarnemingen

Nu de verschillende wegen waarlangs Phytophthora in den knol kan binnendringen besproken zijn, moet nog nagegaan worden in hoeverre de resultaten der kunstmatige infecties overeenstemmen met de percentages zieke knollen, die in werkelijkheid gevonden worden.

Alle variëteiten, die volgens Tab. 12 in 1922 en 1923 in zware klei een ziektepercentage gaven van minder dan 10 % van de opbrengst zijn nader nagegaan om te weten welke eigenschap(pen) van de plant deze geringe aantasting veroorzaakte. In tab. 32 zijn deze soorten dus bijeengebracht met de eigenschappen der variëteiten zoover deze nader bepaald zijn. Dik gedrukt is dan telkens de eigenschap(pen) waaraan het lage ziektepercentage zou kunnen worden toegeschreven.

TABEL 32. Vergelijking van het % zieke knollen in de opbrengst met de experimenteel vastgestelde eigenschappen.

Comparison of the % of blighted tubers in the crop with the various qualities as determined experimentally that might have caused the resistance.

variëteit	ziekte % 1923	ziekte % 1922	loofvatbaarheid	% gezonde knollen na inf. op kurkcambium	kunstmatige lenticel. infecties per knol	kunstmatige oog-infecties per knol	aantasting controle knollen	verspreiding lenticel. infecties over proef knollen	datum van infectieproef	datum waarneming ziekte in proefveld
Arnica	4.3	1	**IV**	0	9.1	2.6	z. sterk	onregelm.	5/9	28/8
Bravo	1.3	2	II	**87**	17.5	**0**	sterk	regelm.	8/9	21/8
Centifolia	4.8	—	II	20	**0.1**	**0**	sterk	—	6/8	31/8
Deodara	6	2	III	0	**0.4**	**0**	vold.	regelm.	—	16/8
Favoriet	1.1	0	**IV**	26	8.9	0.2	sterk	onregelm.	8/9	11/9
Gratiola	0	0.2	**IV**	0	**2.2**	1.1	z. sterk	onregelm.	5/9	28/8
Kraal (Geld.)	1.4	0.2	II	**46**	11.1	0.4	z. sterk	onregelm.	5/9	21/8
Odenw. Bl.	5	1	I	13	**1.1**	0.4	vold.	regelm.	—	31/8
Parnassia	0	1	III	**63**	20.7	2.9	z. sterk	regelm.	5/9	31/8
Riesenweisse	5	3	I	0	**2.4**	0.4	vold.	onregelm.	27/7	28/8
Roode Star	4.5	3.3	III	**80**	—	—	—	—	—	6/9
Thieles 3/17	7.1	16	**IV**	**61**	**3**	1	z. sterk	onregelm.	5/9	6/9
„ 7/19	0.2	1.9	**IV**	9	**0.2**	**0**	vold.	—	9/8	31/8
„ 10/4	0.1	0	II	—	**0**	**0**	vold.	—	9/8	31/8
Id. × Fav. I	0.1	—	**IV**	**86**	**4.8**	0.7	sterk	onregelm.	8/9	19/9
Zaailing 809	1.4	—	**IV**	37	**2.5**	0.9	z. sterk	onregelm.	21/8	6/9
„ 814	7.7	—	II	0	13.9	0.4	z. sterk	onregelm.	21/8	6/9
„ 815	0.2	—	III	5	10	0.8	z. sterk	regelm.	21/8	6/9
„ 886	9.9	—	II	19	8.5	0.2	z. sterk	regelm.	21/8	31/8
„ 893	0	—	**IV**	**88**	**4.2**	**0**	z. sterk	onregelm.	21/8	11/9
„ 906	0	—	II	7	13.6	—	z. sterk	regelm.	21/8	31/8

Bij de variëteiten met de geringe mate van loofaantasting IV is het geringe aantal zieke knollen hier direct uit te verklaren. Daar hieruit op zichzelf niets af te leiden is over de vatbaarheidsgraad der knollen zijn resistentie eigenschappen indien aanwezig toch dik gedrukt.

Bij 4 variëteiten met een loofvatbaarheid II of III was het % gezond gebleven knollen na de infectie op de kurkcambiumlaag meer dan 46 (46 Geldersche Kraal). De mogelijkheid van infectie door de lenticellen was bij Bravo, Parnassia en Geldersche Kraal zeer groot. Bij deze 3 soorten moet de geringe besmetting der knollen zeker verklaard worden uit de resistentie van het kurkcambium.

Bij Centifolia, Deodara, Odenwalder Blaue en Thiele's 10/4 valt de onvatbaarheid slechts samen met een geringe lenticel vatbaarheid. Hier zal de resistentie dus bereikt zijn door het feit, dat de lenticellen niet als toegangsweg gebruikt kunnen worden.

5 soorten blijven over, bij welke geen redelijke verklaring uit de beschikbare gegevens kon worden afgeleid voor de geringe besmetting der knollen. Bij Riesenweisse is een lang tijdsverloop tusschen de infectieproef en het uitbreken der infectie, waardoor een wijziging der lenticellen in dien tijd zeer goed aan te nemen is; bij Zaailing 814, 815, 886 en 906 is dit tijdsverloop niet lang. Toch blijft de waarschijnlijkste verklaring, dat de lenticellen reeds veranderd waren, toen de werkelijke infectie optrad; cijfers hieromtrent zijn echter niet voorhanden.

TABEL 33. Ziektepercentage bij variëteiten met meer dan 50 % gezonde knollen na infectie op de kurkcambiumlaag.

% of blighted tubers in the crop in varieties with an amount of healthy tubers over 50 % after inoculation on the cork-cambium.

Variëteit	loofaantasting	Ziekte % 1923	% gezonde knollen na infectie op kurkcambiumlaag
Bravo	II	1.3	87
Parnassia	III	0	63
Thiele's 3/17	IV	7.1	61
Ideal × Favoriet I	IV	0.1	86
Zaailing Bravo 893	IV	0	88

In tab. 33 zijn tot slot bijeengebracht alle variëteiten, die een % gezonde knollen na infectie op kurkcambiumlaag vertoonden van meer dan 50 %. Het hoogst % zieke knollen onder deze variëteiten is 7.1, dus steeds zeer laag.

De conclusie is dus gewettigd, dat de kurkcambiumlaag een bescherming geeft, die ook bij de knollen aan de plant zelf zeer afdoende helpt. *Het is deze eigenschap, die aan infectieproeven, waar of wanneer genomen steeds,*

gelijke uitkomsten geeft en die knollen resistent houdt op gronden, die het gevaarlijkst zijn voor aardappelziekte. Heeft een variëteit eenmaal deze eigenschap, dan kan men zeker zijn, dat op alle grondsoorten de knollen eenzelfde graad van resistentie zullen vertoonen.

De lenticelvatbaarheid blijkt zeer modificcerbaar door uitwendige omstandigheden. Men vindt een groot verschil in vatbaarheid op verschillende grondsoorten bij verschillende ontwikkeling van den knol. Wilde men experimenteel de lenticelvatbaarheid voor een variëteit bepalen, dan zou men proeven op verschillende grondsoort en op verschillend tijdstip moeten nemen, daar de uitkomsten zeer kunnen wisselen. Practisch zal dan ook de bepaling van deze eigenschap onbruikbaar zijn bij het kweeken van nieuwe rassen Het geeft alleen een verklaring voor het bekende verschijnsel, dat zoo slecht te voorspellen is, hoe de opbrengst zal zijn van een besmet gewas.

De oogvatbaarheid is afhankelijk van den graad van rijpheid. In het najaar moet dit een groot gevaar voor de knollen opleveren, een gevaar dat op zandgrond even goed dreigt als op kleigrond.

Bij de knollen met resistent kurkcambium heeft de mate van lenticel- of oogbaarheid geen beteekenis. Daar deze vorm van resistentie, die onder alle omstandigheden werkzaam blijft, een erfelijke eigenschap blijkt te zijn, is het van groote beteekenis bij het kweeken van nieuwe variëteiten het oog hierop gevestigd te houden.

HOOFDSTUK IV

ONDERZOEK NAAR HET SOORT VAN EIGENSCHAP WELKE DE RESISTENTIE IN DE KURKCAMBIUM-LAAG KAN VEROORZAKEN

In mijn proefschrift (pag. 80) heb ik kort besproken op welk soort van eigenschappen de resistentie van de Bravoknollen in de kurkcambiumlaag zou kunnen berusten.

Na microscopisch onderzoek was er geen anatomisch onderscheid te zien tusschen de kurkcambiumlaag der Bravo's en die der zeer vatbare Eigenheimers.

Na behandeling met $CuCl_2$ om looistof aan te toonen was de zwartkleuring bij de Eigenheimers iets sterker dan bij de Bravo's, zoodat het looistofgehalte de resistentie ook niet kan veroorzaken.

Verschil in snelheid van wondkurkvorming bij Bravo en Eigenheimer was niet te constateeren.

Nagegaan werd of Bravo misschien een dergelijk verschijnsel vertoonde, wanneer de nieuwe cellaag, die zich na verwonding onder de wondkurk vormt, geïnfecteerd werd. Bravo's en Eigenheimers werden doorgesneden en gedurende 5 dagen werd de wondkurk gevormd. Daarna werd de kurk, die zeer gemakkelijk loslaat, weggenomen en een nieuwe wondvlakte geïnfecteerd. Infecties van Bravo's en Eigenheimers slaagden even goed en gedroegen zich als nieuw gesneden knollen, die gelijktijdig geïnfecteerd werden.

De eigenschap kon dus op geen van deze wijzen nader geanalyseerd worden. Een andere wijze van analyseering werd echter gevonden in de alcoholbehandeling der knollen, die in het proefschrift (pag. 24) beschreven is. Bij de hier beschreven proeven werden de knollen in alcohol 90 % ondergedompeld, afgebrand en daarna in een gesloten glasdoos gebracht. Hierop werden ze in een snede met mycelium geïnfecteerd. Het bleek dat de schimmel onder deze omstandigheden zich sterk in den knol uitbreidde; de bruinkleuring van den knol, die zoo kenmerkend is voor een infectie van Phytophthora infestans, bleef echter achterwege, zoodat de aan-

tasting macroscopisch na doorsnijden van den knol niet waarneembaar was. Wanneer men echter een dergelijken doorgesneden knol eenige dagen in een glasdoos liet liggen, was het mycelium naar buiten getreden en de uitbreiding macroscopisch zeer duidelijk te zien.

Ik heb hieruit de conclusie getrokken, dat men in deze behandeling een eenvoudige methode heeft om het aandeel van gastheer en parasiet bij het ontstaan van het ziektebeeld van Phytophthora infestans te scheiden. Duidelijk blijkt, dat de bruinkleuring van den knol niet door een toxinewerking van de schimmel veroorzaakt wordt en dat men hierin een afweerreactie van den aardappelknol moet zien, die optreedt bij het indringen van de schimmel.

Deze methode is nu nader door mij uitgewerkt en de invloed nagegaan, die de alcohol behandeling heeft op de resistentie in de kurkcambiumlaag.

Allereerst dan de methode zelf. Door het brengen van in sublimaat gesteriliseerde controleknollen met in alcohol afgebrande knollen in eenzelfde glasdoos, bemerkte ik, dat de verwachte bruinkleuring bij de controleknollen dan evenmin optrad. In de glasdoos was door het inbrengen van den afgebranden knol duidelijk nog alcoholdamp te ruiken en de invloed hiervan bleek voldoende om ook de reactie van den in sublimaat gesteriliseerden knol op te heffen.

Ik ging nu na, wat de reactie was, wanneer knollen in alcohol werden afgebrand, de alcohol daarna in een open schaal verdampte en de knollen hierop in een dichte glasdoos werden geïnfecteerd. Het bleek, dat hun gedrag dan niet afweek van de in sublimaat gesteriliseerde knollen en de bruinkleuring gelijktijdig optrad. De werking van de alcohol is dus in den alcoholdamp te zoeken, niet in een binnendringen van de vloeibare alcohol.

Nagegaan werd nu hoelang de knollen in alcoholdamp moesten vertoeven om het uitblijven van de bruinkleuring te vertoonen en in hoeverre dit een narcotisch verschijnsel was d. w. z. tijdelijk.

De knollen werden hiertoe gedurende een verschillend aantal dagen in een groote petrischaal gebracht, waarin een horlogeglas met alcohol geplaatst werd; na verdamping werd nieuwe alcohol toegevoegd.

Het bleek, dat wanneer de knollen 1 etmaal aan alcoholdamp waren blootgesteld, de bruinkleuring der knollen later optrad dan bij in sublimaat gesteriliseerde. De sublimaatknollen waren na 10 dagen sterk bruin; in de 15 alcoholknollen was pas na 19 dagen de bruinkleuring bij alle opgetreden.

Bij een inwerking van den alcoholdamp gedurende resp. 2, 3 en 4 dagen trad de bruinkleuring steeds later op dan bij de sublimaatknollen; van de 48 onderzochte knollen waren na minstens 20 dagen 23 sterk bruin, 11 zeer weinig, 14 nog wit.

Na een inwerking van 5, 6 en 7 dagen waren na minstens 18 dagen 11 weinig bruin, en 17 nog wit. Na een inwerking gedurende 8 dagen waren na 31 dagen alle knollen nog wit; na een inwerking van 9 dagen vertoonde na 18 dagen geen enkele de bruinkleuring.

De werking van de alcohol is dus als een narcotische te beschouwen: na korte inwerking van den damp herkrijgt de knol weer zijn normaal reactievermogen, na zeer lange inwerking komt de normale toestand niet meer terug.

Nagegaan werd of andere narcotica eenzelfde uitwerking hadden. De knollen werden op dezelfde wijze aan etherdamp blootgesteld. Echter ook bij langere inwerking — tot 6 etmalen — trad de bruinkleuring gelijktijdig op met de in sublimaat gesteriliseerde knollen. Etherdamp had geen invloed op den schimmelgroei of op het reactievermogen van den aardappelknol.

Chloroformdamp ten slotte verhinderde den groei van de schimmel. De knollen werden op de sneevlakte onmiddellijk zwart, de enzymkleuring van den aardappelknol; zij bleven echter wel levend, want na 5 dagen aan chloroformdamp te zijn blootgesteld, liepen de knollen nog iets uit. De schimmel echter ontwikkelde zich bijna nooit; slechts in één van 9 knollen, die 24 uur aan chloroformdamp waren blootgesteld en in één van 9 knollen die gedurende 2 etmalen gechloroformeerd waren, groeide de schimmel naar binnen. Bij langer inwerking van de chloroform was dit nooit te zien. Bij de 2 aangetaste knollen was de bruinkleuring echter volkomen normaal.

De chloroform heeft dus voornamelijk invloed op den schimmelgroei; in het reactievermogen van den knol werd geen verandering waargenomen.

De narcotische werking op het reactievermogen van den knol is dus voorzoover nagegaan specifiek voor aethylalcohol.

Met aethylalcohol werd dan ook nagegaan, of er een invloed was op de resistentie in de kurkcambiumlaag bij de Bravoknollen.

De geschraapte Bravoknollen werden hiertoe in een sporensuspensie geïnfecteerd en dan een bepaalden tijd in alcoholdamp gebracht. Daarna werden ze in een alcoholvrije ruimte gebracht en na 6 dagen opengesneden. Na dan nog 3 dagen bewaard te zijn geweest in een gesloten glasdoos was door het uitgroeien van mycelium een ev. indringen van de schimmel waarneembaar.

De uitslag van de proef is de volgende:

behandeling der knollen	ingedrongen bij	niet ingedrongen bij
Knollen in sublimaat gesteriliseerd .	0 knollen	15 knollen
Knollen 1 etmaal in alcoholdamp . .	12 „	0 „
Knollen 2 etmalen in alcoholdamp .	11 „	0 „

Op Pl. VIII fig. 2, is bij 1 de sterke indringing in de knollen, die één dag in alcoholdamp vertoefd hadden, duidelijk te zien. Bij 2 zijn de in sublimaat gesteriliseerde knollen te zien, die op de kurkcambiumlaag door het „sproetenbeeld" duidelijk blijk gaven zeer sterk aan besmetting blootgesteld te zijn geweest en inwendig onaangetast zijn gebleven.

Door den invloed van den alcoholdamp gedurende 24 uur kan dus de resistentie der Bravoknollen geheel worden opgeheven.

Hieruit is dus direct af te leiden, dat de resistentie niet door den anatomischen bouw van de kurkcambiumlaag kan worden veroorzaakt en evenmin door een constant aanwezig chemisch bestanddeel der cellen.

Hier moet men dus te doen hebben met een afweerreactie, die in den knol optreedt, wanneer de schimmelsporen binnen trachten te dringen. Het is dan deze afweerreactie, die door de alcoholnarcose verhinderd wordt.

HOOFDSTUK V

ANATOMISCH ONDERZOEK NAAR DEN INFECTIE-WEG DOOR DE OOGEN

§ 1. Bouw van den knop

In Hoofdstuk III is uit den uitslag van kunstmatige infecties aangetoond, dat volwassen knollen door de oogen geïnfecteerd kunnen worden. Nader is nu nagegaan door welke deelen van een oog de infectie tot stand kan komen.

Een nauwkeurige anatomische beschrijving van den rustenden aardappelknop is in de litteratuur niet te vinden. De Vries (2) geeft een duidelijke verklaring van de morphologie van een oog en beschrijft dit als een zijspruit met onontwikkelde as. Zelfs kan een oog morphologisch nog samengestelder zijn en is dan als een vertakt spruitsysteem te beschouwen. Het oog staat in den oksel van een blad, waarvan alleen het lidteeken nog als verdikte wal aan den knol te zien is. Over de anatomie van den knop is hij echter slechts zeer kort (pag. 219). In der ruhenden Knolle besteht die Knospe aus einem flachen Vegetationspunkt welcher von einigen jungen Blattanlagen überdeckt ist; das Ganze bietet eine kleine, mehr oder weniger hervortretende Warzenähnliche Erhebung der Knollenoberfläche. De eenige afbeelding van den microscopischen bouw van een knop is te vinden bij Schacht (21). E. F. Artschwager (2) welke een uitvoerige beschrijving geeft van de anatomie van een aardappelplant, roert den bouw van den rustenden knop niet aan.

Het was dus noodig een nauwkeurig onderzoek naar den bouw van een knop in te stellen.

Voor het microscopisch onderzoek werden oogen van de soort Eigenheimer eind Augustus en in September gefixeerd. Bewaard werden bij macroscopische beschouwing gezonde oogen en oogen, die na kunstmatige infectie het eerste begin van een infectie vertoonden. Als fixeervloeistof werd die van Juel gebruikt en na op de gebruikelijke wijze in paraffine gebracht te zijn werden de oogen met een microtoom op 15 μ dikte gesneden. De preparaten werden gekleurd met gentianaviolet ammoniak (meth. Strasburger's Praktikum) waardoor de verkurking van de cel-

wanden zichtbaar wordt gemaakt. Daar deze kleuring slecht het terugbrengen in absolute alcohol verdragen kan, wat noodig is bij een insluiting in canadabalsem, werden de meeste preparaten na de kleuring in geconcentreerde glycerine gebracht en met hars afgesloten. De methode bleek voor het doel voldoende, daar hier geen cytologische details bestudeerd behoefden te worden en had het voordeel zeer snel en gemakkelijk uitvoerbaar te zijn. De preparaten zijn met Zeiss' teekenapparaat geteekend. Naast het onderzoek der microtoompreparaten werd de algemeene bouw van den knop met een prepareermicroscoop totaal en op doorsnee nagegaan. Hiervoor werden bewaarde geïnfecteerde oogen gebruikt van willekeurige soorten.

In het algemeen bestaat een oog uit 3 knoppen, waarvan de middelste, de eindknop, het sterkst ontwikkeld is. Gewoonlijk wordt de buitenste omhulling van dezen eindknop gevormd door 3 knopschubben (Pl. IX fig. 7*a*) die een verdikten voet hebben en een top, die over het vegetatiepunt is heengebogen. Het komt voor dat deze middelste knop slechts 2 van deze knopschubben heeft. De zijknoppen hebben gewoonlijk slechts 2 (Pl. IX fig. 7*b*) en soms één van dergelijke knopschubben. Ook hier is het vegetatiepunt bijna geheel door deze schubben bedekt. In Pl. X fig. 4, 5 en 6 vindt men doorsneden van eenzelfde oog op verschillende plaatsen getroffen. Door samenstelling der 3 figuren is een beeld van den bouw te maken.

In den oksel van de buitenste knopschubben (I) is steeds een duidelijk meristeem waar te nemen (Pl. X fig. 4—6). In deze knopschubben zelf is een sterke weefseldifferentiëering waar te nemen; men vindt parenchym met duidelijke intercellulaire holten, vaatbundels en kurkweefsel (Pl. XI fig. 4, 5 en 6). Het tweede blaadje van buiten af gerekend (II in Pl. X fig. 4—6) heeft ook eenigszins gedifferentiëerd weefsel; een epidermis met stomata is waar te nemen, tracheiden zijn te zien, maar het kurkweefsel, dat de buitenste knopschub bedekt, ontbreekt geheel en intercellulaire holten zijn nog weinig te zien. In den oksel van dit 2de blaadje is soms nog een meristeem te vinden (Pl. X fig. 4). Hierbinnen ligt het werkelijke vegetatiepunt, dat nog geheel meristematisch is (Pl. X fig. 4 en 5).

De anatomische bouw van de buitenste knopschub (I) dient uitvoerig behandeld, daar dit blaadje de voornaamste toegangsweg blijkt te zijn voor de infectie.

De algemeene bouw er van vertoont dus een walachtig verdikten voet en een bladtop, die vrij ligt en soms zeer gerekt en dun kan zijn (Pl. X, fig. 5 I*a*, fig. 6 I*c*). De bladvoet nu is evenals de overige knol bedekt met een meercellige kurklaag. De top echter is niet volkomen door een kurklaag beschermd. Soms vindt men aan den top slechts kleine openingen in de kurklaag (Pl. XI, fig. 2, 3, 4 en 5) veelal met stomata; meestal echter

vindt men een aaneengesloten zone, waarin de kurklaag afwezig is en het parenchym slechts bedekt door de epidermis met cuticula (Pl. XI fig. 5). Wanneer de knopschub een langgestrekten top heeft (Pl. X, fig. 5 en 6) is dit deel slechts door een epidermis bedekt. In de epidermis, hetzij dat deze slechts weinige cellen bedekt, hetzij dat deze een groote uitgestrektheid heeft, vindt men steeds stomata.

Wanneer de top wel of gedeeltelijk in kurkweefsel is gevat, vindt men op de plaats, waar de vrijliggende top zich losmaakt uit den verdikten voet (Pl. XI fig. 8 r.st.) dikwijls een kleine onverkurkte plek met eenige stomata. Deze plek is dan aan twee zijden ingesloten door een meercellige kurklaag (Pl. XI, fig. 5 en 6). Voor een dergelijke opening is in de volgende beschrijving „rugstoma" gebruikt. Soms blijkt bij doorzien van de geheele serie deze plek samen te hangen met een verdere kurkvrije zone van den top. Een enkele maal waren de stomata op deze plek reeds tot een lenticel vervormd (Pl. XI, fig. 7). Ook in den bladvoet waren dikwijls duidelijk jonge lenticellen te zien.

Het blijkt dus, dat er in den rustenden knop deelen bestaan, waarvan het weefsel duidelijk parenchymateus is en niet beschermd door een aaneengesloten kurkweefsel. Bij bestudeering van den geïnfecteerden knop bleek nu, dat deze openingen in het kurkweefsel even zoovele toegangswegen vormen voor Phytophthora infestans.

§ 2. Toegangsweg voor Phytophthora in den knop

Om er inzicht in te krijgen langs welken weg de schimmel door een knop den knol kan aantasten zijn 22 kunstmatig geïnfecteerde knoppen van Eigenheimers met het microtoom gesneden. Slechts waren die oogen gefixeerd, welke macroscopisch door een bruine verkleuring het eerste begin van de infectie te zien gaven.

Wanneer de series compleet aanwezig zijn, kan men zien welk deel van den knop binnen de geïnfecteerde zone ligt. Microscopisch is het geïnfecteerde weefsel gemakkelijk te herkennen aan de bruinkleuring der celwanden en celinhoud, en na kleuring met gentiania-violet ammoniak door de dikwijls reeds ingetreden verkurking der celwanden. Mycelium was niet te vinden. 37 van dergelijke zieke plekken, die onderling niet samen hingen bleken te onderscheiden. 15 maal was dus meer dan één infectie in hetzelfde oog opgetreden. Bij 31 van deze zieke plekken lag het centrum van de aantasting in de buitenste knopschub, welke hierboven beschreven is; 4 maal was slechts een jonger blaadje (als II gemerkt) aangetast; 2 maal was er geen duidelijk beeld.

Nagegaan werd nu op welke plaatsen het zieke weefsel in de buitenste knopschub direct aan de buitenwereld grensde zonder beschutting van

kurkweefsel. Soms werd in de geheele serie, die de zieke plek bevatte, slechts één opening in het kurkweefsel van de knopschub gevonden. In eenige gevallen echter waren verschillende van dergelijke openingen te vinden, zoodat het dan niet te zeggen was langs welke van deze de infectie was ingetreden. Een enkele maal was de knopschub reeds verschrompeld en dit was vooral het geval, wanneer de onverkurkte top zeer lang gerekt was.

Hieronder volgt welke openingen in de knopschub binnen de geïnfecteerde zone vielen en hoe dikwijls dit voorkwam. In de aangegeven figuren is de aantasting van het weefsel door een stippeling aangegeven.

Opening van eenige cellen in den verkurkten top	2	maal,	Pl. XI fig. 4
Grootere onverkurkte top	7	„	Pl. XI fig. 5
Parenchymateuse top verschrompeld	1	„	—
Rugstomata	6	„	Pl. XI fig. 6
Rugstomata en topstomata	5	„	—
Rugstomata en onverkurkte top	5	„	Pl. XI fig. 5
Niet verder te omschrijven	2	„	—

Eenmaal was de infectie in de knopschub nog in een zeer jong stadium en was duidelijk te zien, hoe het zieke weefsel met 2 openingen in den top samenhing, terwijl het weefsel onder een rugstoma nog gezond was gebleven. In Pl. XI fig. 9 is de zieke top en het gezonde rugstoma afgebeeld.

In al deze gevallen was de infectie doorgegaan in het parenchym van den knol, zoodat men hier niet met een enkele knopaantasting te doen kon hebben. Soms was in samenhang met de knopschub het tweede blaadje evenzeer aangetast — in geen enkel geval echter het meristematisch weefsel van het vegetatiepunt. Pl. XI fig. 10 geeft een algemeen beeld van de uitbreiding van ziek weefsel in een knop. Bij doorzien van de geheele serie bleken van dezen knop de beide zieke plekken niet samenhangend te zijn.

4 maal werd ziek weefsel in de meer naar binnen gelegen knopschub II waargenomen, terwijl dit dan niet samenhing met verder ziek weefsel. Hier moet dus de infectie door knopschub II zijn binnengedrongen. In alle 4 gevallen was op het oogenblik van fixatie de infectie niet tot het knolweefsel doorgedrongen, zoodat een infectie van den knol door de tweede knopschub niet door mij is waargenomen.

Bij 10 geïnfecteerde oogen in grovere doorsneden met het prepareer microscoop bezien, was ook elke maal de bruinkleuring samenhangend met de buitenste knopschub.

Alles wijst er dus op, dat in rijpe knollen de infectie mogelijk is door de buitenste knopschubben, welke door openingen in de kurkomhulling en door de aanwezigheid van volwassen parenchymweefsel aan Phytoph-

thora infestans de mogelijkheid bieden van intreden en uitbreiding in den knol.

De vraag ligt nu voor de hand of bij jongere knollen of bij knollen met onvatbare oogen een anderen bouw van den knop is te vinden, een verschil in ontwikkelingsstadium.

Het materiaal, dat hiervoor verzameld was, bleek echter onvoldoende. Wèl waren in knoppen van Eigenheimers begin Augustus gefixeerd alle boven beschreven bladachtige organen reeds aanwezig; of hier echter minder openingen in het kurkweefsel of een meer meristematische bouw van het parenchym was aan te treffen kon niet nader uitgemaakt worden. De soort Kartz, die door de oogen niet te infecteeren was, had zeer kleine weinig ontwikkelde knoppen. Dit is een soort, welke in het voorjaar buitengewoon laat begint uit te loopen.

Hoewel een anatomisch waarneembaar verschil in vatbare en onvatbare oogen waarschijnlijk is, is dit niet door mij aangetoond kunnen worden.

HOOFDSTUK VI

ONDERZOEK NAAR HET OOGENBLIK VAN DE KNOLBESMETTING

§ 1. Besmetting in den akker

a. De ontwikkeling van Phytophthora infestans in den grond. In „The saprophytic life of Phytophthora in the soil" door H. L. G. de Bruyn (4) is de litteratuur over dit onderwerp tot 1922 samengevat. Het is de schrijfster gelukt Phytophthora infestans langen tijd op gesteriliseerden grond in leven te houden en daarop zelfs een zeer sterken myceliumgroei te zien optreden. Zij vond verschil in ontwikkeling op klei- en veengrond en op zand. In reinculturen op zand bleef de schimmel wel in leven, maar groeide zeer weinig.

In verband met deze waarnemingen is nagegaan of er verschil was in den tijdsduur, waarin de in den vollen grond besmette klei- of zandgrond infectieus bleef voor aardappelknollen; op de volgende wijze is te werk gegaan:

De bovenlaag van de aarde onder een sterk zieke aardappelplant werd in een open bloempot buiten bewaard op eenigen afstand van zieke planten. Om de besmettelijkheid van zoo'n grondmonster te onderzoeken werden knollen, die vóór het uitbreken der ziekte gerooid waren, in schijven gesneden en dicht met deze aarde bestrooid in een gesloten schaal in het laboratorium bewaard.

Met zand is een serie infectieproeven genomen, waarbij telkens weer nieuw zand van onder een zieke plant bewaard en onderzocht werd. In tab. 34 is te vinden uit hoeveel series infectieproeven de percentages berekend zijn. Met klei zijn slechts 2 series proefnemingen gedaan. Het resultaat van de proefnemingen is in tabel 34 te vinden.

De uitkomsten bij de twee onderzochte grondsoorten zijn duidelijk verschillend. Bij het zand krijgt men na 2 dagen reeds een scherp dalen der infectiekans. Na 14 dagen wordt nog één uit 6 proefschijven besmet, maar in het algemeen is na meer dan 2 dagen de infectiekans zeer gering. In den natten nazomer waren de buiten bewaarde zandmonsters in het algemeen vochtig.

TABEL 34. Duur der besmettelijkheid van zand- en kleigrond.

Length of time during which sandy soil and clay soil may remain infectious.

aantal dagen waarin aarde bewaard is	zandgrond			kleigrond.			
	series infectie proeven	Totaal aantal onderzochte schijven	% besmette schijven	onderzochte schijven in		% besmette schijven. in	
				Serie I	Serie II	Serie I	Serie II
0	5	33	55	9	9	44	55
1	2	21	67	—	—	—	—
2	2	16	69	—	—	—	—
3	1	7	14	8	—	62	—
4	2	14	7	—	—	—	—
6	2	19	6	8	—	75	—
7	1	8	24	—	6	—	100
8	2	13	15	—	—	—	—
10	2	13	8	—	—	—	—
12	1	—	0	10	—	100	—
13	2	13	8	—	—	—	—
14	1	6	17	—	—	—	—
30	—	—	—	—	8	—	25

In den kleigrond werden na 12 dagen bewaren nog alle schijven geïnfecteerd — de klei had toen gedurende een hevige regenperiode buiten gestaan. Het % geïnfecteerde schijven was toen grooter dan bij het onderzoek van den versch gehaalden kleigrond; de schimmel had zich hierin blijkbaar goed ontwikkeld. Door klei, die 30 dagen buiten had gestaan werden slechts 2 van de 8 proefschijven geïnfecteerd; de besmettelijkheid was toen dus sterk achteruitgegaan. De tijdsduur, waarna geen enkele der schijven, die in aanraking met de aarde werd gebracht, ziek werd is niet bepaald. [1])

Uit de proefneming blijkt, dat ook in normaal besmette aarde Phytophthora infestans eenige weken in leven blijft en dat dit langer duurt in zware klei dan in zandgrond.

In klei werken dus 2 factoren samen, die de infectiekans der knollen vergrooten: de grootere lenticelvatbaarheid der knollen en het langdurig in leven blijven van de schimmel in den grond.

---

[1]) Uit Murphy en McKay. The Development of blight in potatoes subsequent to digging. Dep. of lands and Agric. Journal XXIV No. 2 heb ik pas kennis genomen van dergelijke proeven door Murphy verricht, waarbij als maximum duur, dat de aarde besmettelijk bleef 44 dagen is gevonden.

b. Het oogenblik van besmetting van de knollen. In 1922 en '23 is voor Eigenheimers, in 1922 voor Zeeuwsche Bonten en in 1923 voor Zeeuwsche Blauwen nagegaan, wanneer de knollen ziek werden in een ongesproeid perceel op zware klei.

Hiertoe werden op verschillende tijden telkens 50 knollen gerooid, het aantal zieke knollen, hieronder voorkomend, uitgeteld en de overige op het oog gezonde knollen afzonderlijk droog bewaard. Na 6 weken had een tweede keuring plaats en werd weer nagegaan, hoeveel zieke knollen te vinden waren. De resultaten zijn in tab. 35 gegeven. In fig. 14—17 zijn in krommen de percentages zieke knollen bij rooien en de totale percentages na bewaren uitgezet.

TABEL 35. Invloed van oogenblik van rooien op % zieke knollen.

Influence of the date of digging on the % of blighted tubers in the crop.

Datum van rooien	% ziek bij rooien	% ziek tijdens bewaren	neerslag 4 etmalen vóór rooidatum	% ziek bij rooien	% ziek tijdens bewaren
1922	Eigenheimer			Bonten	
22 Augustus	—	—	12 m.M.	0	3
28 Augustus	0	4	6 „	0	32
1 September	0	0	5 „	2	10
4 „	2	8	1.5 „	16	4
8 „	4	0	0 „	2	6
12 „	6	4	14 „	12	2
16 „	2	8	12 „	6	4
21 „	2	12	31 „	12	6
25 „	4	22	5 „	0	6
30 „	18	14	33 „	18	14
4 October	38	2	1 „	22	2
13 „	36	0	1 „	22	0
20 „	28	3	0 „	10	5
1923	Eigenheimer			Blauwen	
28 Augustus	0	14	25.5 m.M.	0	32
3 September	0	28	16 „	0	14
8 „	5	7	7.5 „	2	16
13 „	16	2	0 „	4	4
19 „	22	16	16.5 „	0	2
27 „	32	38	27 „	12	10
4 October	—	—	10.5 „	4	14
16 „	52	12	26.1 „	—	—

Een groot verschil is te zien, wanneer men de krommen voor de ziektepercentages bij rooien voor de Bonten en Blauwen vergelijkt met die voor de Eigenheimers. Die voor Bonten en Blauwen verloopen zeer onregelmatig en de te verwachten stijging bij later rooien is niet te zien (Fig. 15, 17). Men moet hier dus uit afleiden, dat de infectiekans der knollen zeer verschillend is geweest; waarschijnlijk loopt de vatbaarheid der knollen bij de verschillende planten uiteen.

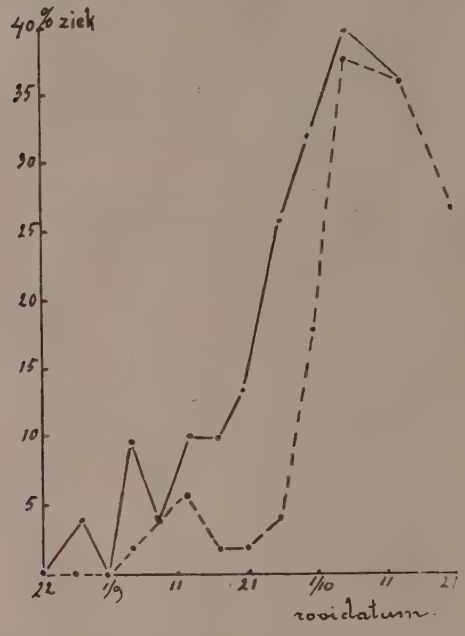


Fig. 14. 1922. % zieke knollen bij Eigenheimers achtereenvolgens gerooid vanaf het oogenblik van uitbreken van de ziekte inde soort.
--- % zieke knollen bij rooien.
— totaal % zieke knollen na 8 weken bewaren.

1922. % *of blighted tubers for Eigenheimers dug in regular intervals beginning at the moment of outbreak of blight in the variety.*
--- % *of tubers blighted when dug.*
— *total* % *of blighted tubers after a storage of 6 weeks.*

In 1922 en 1923 ziet men voor de Eigenheimers een meestal regelmatig stijgend verloop dezer lijn (Fig. 14, 16). Afwijkend is alleen het verloop van de kromme van 12—30 September 1922; dit zou dan weer kunnen wijzen op een ongelijke vatbaarheid van het knollenmateriaal. De resultaten uit de veldproeven komen goed overeen met de laboratoriumproeven, waarbij na kunstmatige infectie de vatbaarheid door de lenticellen bij Eigenheimers in zware klei zeer weinig uiteen liep gedurende een lange periode (zie pag. 75). Echter bij de Eigenheimers, waarbij de lijn voor ziektepercentages bij rooien een regelmatige stijging vertoont, loopt de lijn voor het totale ziektepercentage hiermee niet evenwijdig. Herhaaldelijk ziet men een veel grooter ziektepercentage dan bij gelijkblijvende infectiekans te verwachten zou zijn. Bij Bonten en Blauwen ziet men eenzelfde discordantie tusschen de 2 krommen optreden.

Een discordantie tusschen beide lijnen zou verklaarbaar zijn, wanneer het aantal zieke knollen niet slechts bepaald werd door de infectie aan de plant maar ook door de infectiekans tijdens het rooien. Door Murphy (17) nl. wordt geconcludeerd uit veldproeven in Prince Edward Island genomen, dat een groot deel der infectie ontstaat tijdens het rooien door

aanraking met de besmette bovenste aardlaag. Hij stelt deze infectie door de besmette aardlaag tegenover besmetting door de versch neervallende sporen van de bladeren De voornaamste waarnemingen, waaruit hij zijn conclusies trekt zijn:

a.	knollen, direct na rooien geborgen gaven	31.6%	zieke
	„ één dag op veld gelegen gaven	45.0%	„
b.	bij droog weer direct na rooien geborgen.	40.4%	zieke
	bij nat weer een dag op veld gelegen	68.3	„
c.	bij nat weer direct na rooien geborgen	54.7%	„
	bij nat weer één dag op veld gelegen	55.8	„
d.	aardappelloof afgemaaid, 9 dagen later gerooid	21.7%	ziek
	aardappelloof afgemaaid, 34 dagen later gerooid . . .	8%	„
	aardappelloof afgemaaid, grond met Bordeauxsche pap behandeld	6%	„

Vooral proef *d* is zeer overtuigend en sluit goed aan bij de proeven omtrent den tijd gedurende welken Phytophthora in zware klei in leven blijft.

De meest directe wijze om uit te maken in hoeverre de besmetting tijdens het rooien intreedt, zou zijn door ontsmetting van de versch gerooide knollen. Murphys (17) paste dit middel eenmaal toe met formol, maar kreeg hierdoor beschadiging aan de knollen.

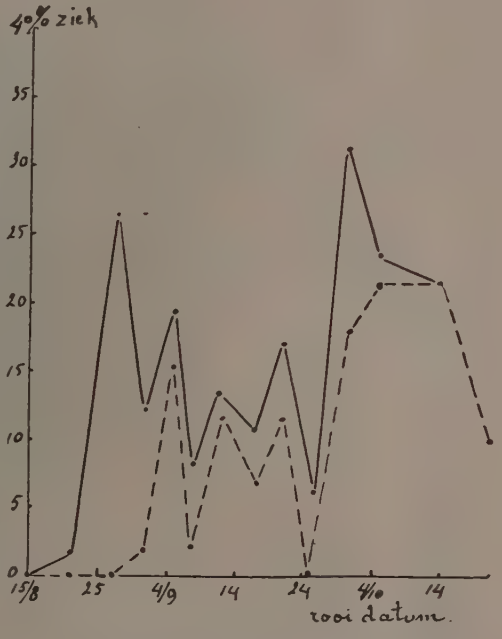


FIG. 15. Als fig. 14 voor Bonten. 1922.

Indirect is deze vraag nog door mij aangevat door na te gaan in hoeverre de hoeveelheid neerslag gedurende 4 etmalen vóór het rooien gevallen verband zou houden met het percentage later gevonden zieke knollen. In tab. 34 is de hoeveelheid neerslag in de derde kolom opgenomen.

Een bepaald verband is wel te zien in zooverre, dat in beide zomers na 4 etmalen met geringen neerslag (8 Sept. 1922, 13 Sept. 1923) het percentage zieke knollen bij bewaren gevonden zéér gering was. Het begin en

eind van de waarnemingen kunnen geen scherp beeld geven: in het begin waren de Eigenheimers nog zeer weinig ziek in het loof en de sporen dus niet overal aanwezig, aan het eind moesten zooveel knollen reeds vroeger besmet zijn, dat het gevaar, dat de natte bodem oplevert, niet scherp meer spreken kon.

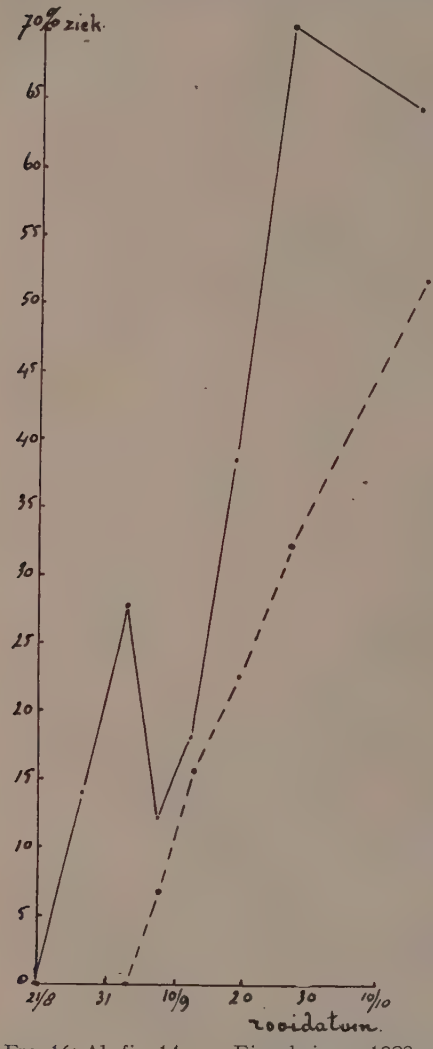


FIG. 16: Als fig. 14 voor Eigenheimers 1923.

Een aanwijzing geven deze proeven wel, dat het raadzaam is vatbare knollen niet te rooien, wanneer de grond zeer nat is. Zij kunnen dan veiliger dieper in den grond blijven en gerooid worden na eenige droge dagen.

§ 3. BESMETTING VAN GEZONDE KNOLLEN DOOR ZIEKE TIJDENS BEWAREN.

a De besmetting door rooiwonden. De besmetting van de knollen door de wonden tijdens het rooien toegebracht leveren een groot gevaar op bij het bewaren. In een vorige publicatie (9) zijn proeven gepubliceerd omtrent den tijdsduur, waarna een sneewond niet meer door Phytophthora te infecteeren is. Waargenomen is, dat deze wondsluiting (niet te vereenzelvigen met wondkurkvorming) bij onrijpe knollen veel sneller optreedt dan bij rijpe. Nagegaan werd de duur tijdens den rooitijd noodig voor de wondsluiting, waarbij de knollen in het laboratorium in gunstige conditie werden gebracht voor wondkurkvorming.

Latere proeven zijn gedaan, waarbij in den rooitijd gezond gesneden knollen en gesneden zieke gedurende verschillenden tijd buiten uitgespreid werden bewaard en de mate van wondsluiting bij deze knollen bepaald werd. Bij knollen die in open lucht bewaard zijn treedt de wondkurkvorming nl. minder snel op dan

bij knollen, die in een vochtige ruimte bewaard zijn, terwijl de wondsluiting dikwijls toch niet later intreedt.

De proeven zijn met Eigenheimerknollen uit het zand en uit de klei genomen. In de klei werden de Eigenheimers in 1922 uit een sterk gesproeid perceel genomen, dat geen zieke leverde; in het zand was het loof reeds eenigen tijd afgestorven en in controleknollen kwamen later ook geen zieke voor. Telkens werd een aantal halve zieke knolen bij 100 halve gezonde knollen gebracht, nadat beide een verschillend aantal dagen buiten hadden gelegen. Deze knollen werden dan dicht opeengestapeld droog bewaard. De uitslag van de proef is de volgende:

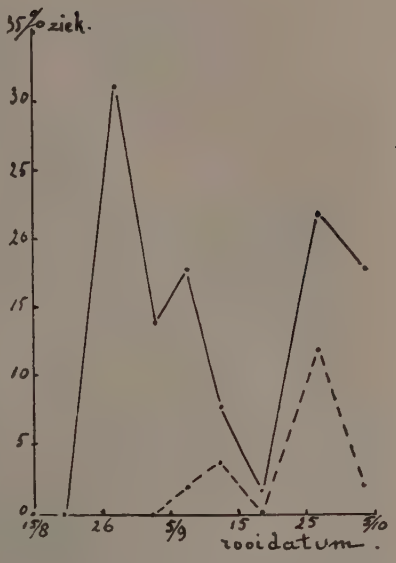


FIG. 17. Als fig. 14. voor Blauwen. 1923.

TABEL 36.

Buiten bewaard gedurende	zand		klei	
	zieke knollen	% geïnfecteerde knollen	zieke knollen	% geïnfecteerde knollen
0 dagen	50	62	15	47
1 „	50	30	15	49
2 „	50	70	20	33
3 „	—	—	15	85
4 „	50	33	—	—
6 „	50	34	20	76

Bij de zandknollen was de zieke plek altijd grenzend aan de sneevlakte, bij de kleiknollen dikwijls niet; de sneewond bleek hier dus niet den eenigen infectieweg op te leveren, maar de zieke knollen bleken de gezonde ook door de lenticellen te kunnen besmetten. Bij Eigenheimers blijkt het verschil in vatbaarheid der zand- en kleiknollen dus wel zeer constant op te treden.

Uit tab. 36 blijkt dat zelfs 6 dagen buiten gespreid bewaren geen waar-

borg geeft voor wondsluiting der rooiwonden. Practisch is dit reeds een veel te lange tijd door het gevaar van beschadiging door insecten en ook door het besmettingsgevaar, dat de grond oplevert zooals uit de proeven van Murphy is gebleke.

Het buiten laten liggen van de knollen om het gevaar van besmetting door rooiwonden te verminderen, treft dus geen doel.

b. Besmetting van gave knollen door zieke. Eenige proeven zijn genomen om te zien in hoeverre gave gezonde Eigenheimers besmet kunnen worden door aanraking met zieke.

Versch gerooide gezonde Eigenheimers werden tijdens den rooitijd in 1922 in zakken samen gebracht met gesneden zieke knollen. De zakken werden òf geregeld nat gehouden òf binnenshuis droog bewaard. Bij knollen op zand gegroeid is de proef in een volgend jaar herhaald; onder de Eigenheimers op de klei was in 1923 geen perceel aanwezig, dat tijdens den rooitijd knollen kon leveren, die nog onbesmet waren. De uitslag van de proef volgt hieronder:

wijze van bewaren	zandgrond						kleigrond		
	gezonde knollen		zieke knollen		% besmette knollen		gezonde knollen	zieke knollen	% besmette knollen
	1922	1923	1922	1923	1922	1923	1922	1922	1922
droog .	50	50	50	25	0	2	50	25	0
nat . .	50	50	50	25	0	0	50	25	16

Bij knollen uit zandgrond blijkt dus ook bij nat bewaren het besmettingsgevaar voor gave knollen door aanraking met zieke knollen niet te bestaan.

Bij knollen uit kleigrond werden bij nat bewaren 16% der knollen besmet. Hier wordt dus ook weer een grootere infectiekans van de kleiknollen tegenover de zandknollen aangetroffen.

HOOFDSTUK VII

MATE VAN VATBAARHEID VAN HET LOOF

§ 1. Onderzoek van een methode ter bepaling van de bladvatbaarheid

Door *Jones, Giddings* en *Lutman* (8) werd de mate van bladvatbaarheid nagegaan door kunstmatige infecties aan de plant zelf, bij eenige variëteiten, die op het veld een zeer verschillende vatbaarheid vertoonden. Duidelijk verschil was op deze wijze te zien in het aantal geslaagde infecties en in de snelheid van uitbreiding der vlekken.

Ik heb nagegaan of dergelijke verschillen ook optreden, wanneer men afgesneden bladeren van verschillende variëteiten kunstmatig infecteert en of men hierin een bruikbare laboratoriummethode zou vinden ter bepaling van den resistentiegraad van verschillende variëteiten.

De afgesneden bladeren werden in water geplaatst, in een waterdruppel met mycelium geïnfecteerd en dan 24 uur onder een glazen klok geplaatst en daarna in de buitenlucht bewaard. Daar de weersomstandigheden natuurlijk sterk wisselend waren, werden bij elken groep geïnfecteerde bladen die van Zeeuwsche Blauwen gebracht, die dan dienden als controle. Het aantal infecties per proef op bladeren van één soort gedaan wisselde van 15—21. Alle soorten werden eenige malen op deze wijze onderzocht.

Bij de Zeeuwsche Blauwen is 94 % van de 120 gedane infecties opgekomen; 98 % van deze 113 infecties vertoonden een sterke uitbreiding der vlekken.

Bij de te onderzoeken soorten werd nu het % opgekomen en het % sterk uitgebreide infecties bepaald en deze cijfers dan gedeeld door dezelfde voor de Blauwen, die in den controlegroep(en) waren opgenomen.

Het was goed denkbaar dat het % sterk uitgebreide infecties hier het belangrijkst zou zijn, daar dit evenredig zou kunnen zijn met de uitbreiding in de plant na eenmaal binnendringen van de schimmel.

De cijfers in tab. 37 geven nu de verhouding aan tusschen het aantal opgekomen en het aantal sterk uitgebreide infecties van een bepaalde variëteit en dezelfde cijfers voor de Blauwen. Achter elke soort werd de vatbaarheidsgroep geplaatst, waartoe de soort op het proefveld op zandgrond bleek te behooren (zie tab. 12).

TABEL 37. Vergelijking tusschen optreden en uitbreiding van infecties op afgesneden bladeren en den vatbaarheidsgraad van het loof op den akker.

Comparison between the % of successful inoculations and the % of spots with a large area on cut leaves and the degree of susceptibility of the foliage in the field.

variëteit.	% opgekomen inf.: % voor Blauwen	mate van loofvatbaarheid	variëteit	% uitgebreide inf.: % voor Blauwen	mate van loofvatbaarheid
Roode Star	1.2	III	Deodara	1.1	II
Geldersche Kraal	1.2	II	Pirola	1	II
Deodara	1.1	II	Hendrik	0.99	I
Auf der Höh (Lembke)	1.03	I	Riesenweisse	0.92	I
Pirola	1	II	Bisquit	0.83	I
Riesenweisse	0.97	I	Auf der Höh (Lembke)	0.82	I
Hessenland	0.95	II	Hessenland	0.81	II
Bisquit	0.95	I	Duc (Wilde)	0.74	I
Lutske	0.89	I	Eigenheimer	0.74	II
Duc (Wilde)	0.82	I	Botergele	0.64	I
Paul Kruger	0.80	III	Bintje	0.62	I
Hendrik	0.80	I	Parnassia	0.62	II
Eigenheimer	0.73	II	Lutske	0.60	I
de Wet	0.71	II	Paul Kruger	0.59	III
Botergele	0.71	I	De Wet	0.40	II
Pepo	0.70	II	Pepo	0.38	II
Bintje	0.66	I	Geld. Kraal	0.33	II
Parnassia	0.62	II	Gratiola	0.33	II
Bravo	0.58	II	Industrie	0.27	II
Gratiola	0.40	II	Arnica	0.24	III
Arnica	0.38	III	Roode Star	0.16	III
Industrie	0.30	II	Bravo	0.09	II
Kuckuck	0.13	I	Kuckuck	0.07	I
Favoriet	0.11	IV	Favoriet	0.01	IV

Uit tab. 37 blijkt, dat de methode in het algemeen geen betrouwbaren maatstaf geeft voor de bepaling van den vatbaarheidsgraad in het loof. Zoo staat Roode Star boven aan bij de percentages opgekomen infecties, terwijl deze soort in het veld resistent is.

In het algemeen geeft de registratie van het voorkomen van uitgebreide vlekken een betrouwbaarder maatstaf dan de registratie van alle opgekomen vlekken. Hier staan de resistente soorten wèl onderaan; Kuckuck echter, die vroeg ziek werd, maakt een uitzondering. Favoriet, een zeer resistente variëteit, heeft èn in de reeksen èn in de veldkeuring een exceptioneele positie.

In het algemeen geeft de methode van kunstmatige infectie op afgesneden bladeren geen bruikbaren maatstaf. In extreme gevallen treedt de resistentie echter door een gering aantal gelukte infecties en meer nog door een geringe uitbreiding der vlekken aan den dag.

§ 2. Onderzoek naar een samenhang van het gedrag der stomata en de mate van bladvatbaarheid

Mogelijk werd geacht dat het gedrag van de stomata invloed zou hebben op de mate van vatbaarheid van het loof, hoewel het reeds lang bekend is, dat Phytophthora infestans ook door de epidermiscellen kan binnen dringen.

Herhaaldelijk werd vóór het uitbreken der ziekte met de methode van Molisch — infiltratie met alcohol of benzol — in het proefveld nagegaan in hoeverre bij de verschillende soorten de stomata geopend waren. Daar hier bewolking natuurlijk grooten invloed heeft, werden telkens bladeren van Blauwen als controle met dezelfde vloeistof onderzocht. Wanneer de stomata sterk geopend waren, kreeg men de verschillen bij gebruik van alcohol; waren zij meer gesloten, dan traden de verschillen op, wanneer benzol als proefvloeistof gebruikt werd. Telkens werden 10 blaadjes aan verschillende planten van eenzelfde soort onderzocht; met de meeste soorten gebeurde dit herhaaldelijk. De proeven werden op de klei en op het zand genomen.

In tab. 38 is nu opgegeven of de stomata van een soort op eenzelfde oogenblik meer, minder of gelijk geopend waren als die der Blauwen.

Het aantal keeren, dat dit bij de verschillende soorten nagegaan is, loopt uiteen. In tab. 38 vindt men in een aparte kolom of voor alle waarnemingen in het zand of de klei de stomata meer of minder geopend waren dan die der Blauwen; tevens vindt men een vergelijking met de bladvatbaarheid in de klei en op het zand.

In tab. 38 is geen correlatie te zien tusschen het gedrag der stomata der verschillende variëteiten vlak vóór het uitbreken der ziekte en de daarop volgende aantasting.

Een verband tusschen het gedrag der stomata en de mate van loofvatbaarheid is niet aangetoond kunnen worden.

TABEL 38. Vergelijking tusschen het gedrag der stomata en de vatbaarheidsgraad van het loof op den akker.

Comparison between the behaviour of the stomata and the degree of susceptibility of the foliage in the field.

Variëteit	Zandgrond					Kleigrond				
	Stomata geopend vergeleken met Blauwen				mate van loofvatbaarheid	Stomata geopend vergeleken met Blauwen				mate van loofvatbaarheid
	gelijk	meer	minder	totaal		gelijk	meer	minder	totaal	
Arnica	1 maal	2 maal	0 maal	+	III	3 maal	3maal	0 maal	+	I
Auf der Höh	2 „	1 „	1 „	=	I	—	—	—		—
Bintje	0 „	1 „	2 „	—	I	2 „	1 „	3 „	—	I
Botergele	0 „	0 „	3 „	—	I	—	—	—		—
Bravo	4 „	3 „	1 „	+	II	5 „	0 „	1 „	—	II
Centifolia	1 „	1 „	1 „	=	I	—	—	—		—
Deodara	0 „	1 „	7 „	—	II	6 „	0 „	0 „	=	II
Duc	1 „	1 „	2 „	—	II	4 „	0 „	2 „	—	II
Eigenheimer	2 „	1 „	4 „	—	II	—	—	—		—
Embden	1 „	0 „	2 „	—	I	—	—	—		—
Favoriet	0 „	0 „	3 „	—	IV	5 „	0 „	1 „	—	III
Geh. Walter	1 „	1 „	1 „	=	III	—	—	—		—
Gratiola	0 „	3 „	0 „	+	II	4 „	2 „	0 „	+	III
Hendrik	0 „	3 „	1 „	+	I	4 „	2 „	0 „	+	II
Industrie	1 „	2 „	2 „	=	II	4 „	2 „	0 „	+	II
Kartz	0 „	1 „	1 „	=		4 „	2 „	0 „	+	II
Kraal (Geld)	0 „	1 „	2 „	—	II	4 „	1 „	1 „	=	I
Lutske	1 „	1 „	1 „	=	I	5 „	1 „	0 „	+	I
Odenw. Bl.	0 „	1 „	1 „	=	I	—	—	—		—
Paul Kruger	0 „	3 „	2 „	+	III	—	—	—		—
Parnassia	0 „	4 „	2 „	+	II	5 „	1 „	0 „	+	II
Pepo	0 „	1 „	0 „	+	II	4 „	0 „	2 „	—	II
Pirola	0 „	3 „	0 „	+	II	5 „	1 „	0 „	+	II
Roode Star	1 „	4 „	1 „	+	III	6 „	0 „	0 „	=	II
Thiele's 3/17	—	—	—		—	4 „	2 „	0 „	+	III
„ 7/19	—	—	—		—	3 „	3 „	0 „	+	III
„ 10/4	—	—	—		—	3 „	3 „	0 „	+	II

CONCLUSIES

Door vergelijking van de verschillende weersfactoren voor de laatste 3 dagen en de laatste 10 dagen vóór uitbreken der aardappelziekte met dezelfde weersfactoren in de 50 voorafgaande dagen werd geen kenmerk gevonden voor de weersgesteldheid, waarbij de aardappelziekte uitbreekt.

Een verband met de hoeveelheid of de frequentie van neerslag en het oogenblik van uitbreken werd niet gevonden.

Door vergelijking van de weersfactoren in de laatste decade vóór het uitbreken met de meteorologische gemiddelden voor dezelfde maand werd voor geen factor een constante afwijking in bepaalde richting gevonden.

Door vergelijking van de weersfactoren gedurende korte perioden, waarin de ziekte zich zéér snel uitbreidde met de meteorologische gemiddelden in dezelfde maand werd voor geen factor een afwijking in bepaalde richting gevonden.

Uit de meteorologische data werd geen bevredigende verklaring gevonden voor het verschil in duur eener epidemie bij eenzelfde soort in 4 verschillende zomers.

Uit de analyse in afzonderlijke weersfactoren is dus geen verband tusschen de weersgesteldheid en uitbreken der aardappelziekte gevonden, dat voor de practijk door tijdig sproeien met Bordeauxsche pap bruikbaar zou zijn.

De mate van aantasting en snelheid van uitbreiding der ziekte in te vergelijken perceelen is onder cijfers te brengen door de perceelen een aantal malen gelijktijdig een vergelijkend cijfer te geven en deze cijfers voor elk perceel tot slot bijeen te tellen.

Eén sproeiing vóór het uitbreken der ziekte had na 4 weken nog een gunstige uitwerking op de aantasting van het loof.

Bij een herhaling van de sproeiing na 4 weken werd gezien, dat de eerste sproeiing nog een gunstige uitwerking had op de uitbreiding in het loof.

Maximale uitwerking van het sproeien op de aantasting van het loof werd gezien bij een sproeiing vóór waarneming van de ziekte en een herhaling op het oogenblik van eerste waarneming.

Het sproeien voor de eerste maal op een oogenblik, dat de ziekte reeds in de soort te vinden was, bleef steeds zonder uitwerking op de mate van loofaantasting.

Het sproeien van den grond vóór het uitbreken der ziekte heeft geen invloed op het oogenblik van aantasting door Phytophthora infestans.

In 1920—23 was de invloed van het sproeien op de opbrengst alleen te zien bij vroeg uitbreken van de ziekte. De maximale uitwerking was een meeropbrengst van 160 % van de opbrengst van een ongesproeid perceel bij Zeeuwsche Bonten, 18 Juni en 7 Juli gesproeid bij uitbreken op 7 Juli.

Bij laat uitbreken van de ziekte (na 15 Augustus) was geen invloed van sproeien op de opbrengst waar te nemen bij Eigenheimers en Zeeuwsche Blauwen. De mate van loofaantasting hield dan géén verband met de opbrengstcijfers.

Een correlatie tusschen de mate van loof- en knolaantasting bestaat niet. De graad van loof- en knolvatbaarheid moeten dus afzonderlijk bestudeerd worden bij te onderzoeken variëteiten.

Correlatie tusschen het aantal lagen van kurkcellen, waaruit de schil bestaat en de mate van vatbaarheid is niet te vinden. De resistentiegraad hangt dus niet samen met de dikte van de schil.

Bij enkele variëteiten is bij onrijpe knollen een zeer groote resistentie gevonden op de grenslaag van kurk en parenchym.

Bravo en Roode Star behooren hiertoe.

Deze vorm van resistentie is door laboratorium onderzoek zeer gemakkelijk te bepalen.

Deze resistentie blijft dezelfde op elke groeiplaats.

De eigenschap blijkt erfelijk te zijn.

Uit kunstmatige infectieproeven blijken lenticellen en oogen een toegangsweg te vormen voor de schimmel in den knol.

Bij Eigenheimers werd bij kunstmatige infectie een groot verschil in lenticelvatbaarheid gevonden, bij knollen op zandgrond en op kleigrond gegroeid.

De lenticellen van de knollen op klei gegroeid vertoonen in het algemeen lenticellen, die gevormd worden door parenchymcellen met onverkurkten wand. De lenticellen van de knollen op zand gegroeid zijn bedekt door een laag parenchymcellen met verkurkte wanden.

Bij vergelijking van de vatbaarheidsgraad en den bouw der lenticellen bij knollen van vele variëteiten op zware klei gegroeid blijkt het, dat het ontbreken van lenticellen met onverkurkt parenchym een knolresistentie kan veroorzaken.

Variëteiten op het zand gegroeid met verkurkte parenchymcellen in de lenticellen zijn steeds onvatbaar; variëteiten met lenticellen met onverkurkt parenchym vertoonen steeds een veel geringere lenticelvatbaarheid dan kleiknollen bij een gelijken bouw der lenticellen.

Een variëteit vertoont gedurende de ontwikkeling van de knollen dikwijls een zeer wisselend anatomisch beeld der lenticel. Als laboratoriummethode is éénmaal onderzoeken der lenticellen dus niet betrouwbaar voor het vaststellen van de vermoedelijke knolvatbaarheid van de variëteit.

Knollen op zandgrond en kleigrond gegroeid hebben eenzelfde mate van vatbaarheid door de oogen.

De oogvatbaarheid blijkt in het algemeen toe te nemen bij het rijp worden der knollen.

Bij 2 der onderzochte variëteiten trad bij kunstmatige infectie geen enkele ooginfectie op.

Damp van aethylalcohol heeft een narcotische werking op den aardappelknol, waardoor het infectiebeeld sterk gewijzigd wordt. De schimmelgroei heeft ongehinderd plaats. De bruine verkleuring blijft achterwege; deze is dus blijkbaar een afweerreactie van den knol.

Etherdamp heeft geen invloed op het infectiebeeld.

Chloroformdamp verhindert den schimmelgroei.

Door een vertoeven in alcoholdamp gedurende 24 uur wordt de resistentie in de kurkcambiunlaag bij Bravoknollen geheel opgeheven. Hieruit is te besluiten, dat de resistentie niet door den anatomischen bouw van de kurkcambiumlaag of door constant aanwezige chemische bestanddeelen van de cellen kan worden veroorzaakt.

In de rijpe knollen is de ooginfectie mogelijk door de buitenste knopschubben, welke door openingen in de kurkomhulling en door de aanwezigheid van volwassen parenchym de mogelijkheid bieden aan Phytophthora om in den knol te dringen.

De grond door neervallende sporen vanaf zieke planten besmet blijft eenigen tijd besmettelijk voor aardappelknollen. Zware klei blijft veel langer infectieus dan zandgrond.

Bij rooien na eenige droge dagen was het % na bewaren zieke knollen veel geringer dan bij rooien na eenige regendagen. Het schijnt dus raadzaam vatbare knollen niet te rooien, wanneer de grond zeer nat is. Zij kunnen dan veiliger dieper in den grond blijven en gerooid worden na eenige droge dagen.

Bij gesneden knollen, die gespreid buiten bewaard waren, was na 6 dagen de wondsluiting nog niet ingetreden. Het buiten laten liggen van de knollen om het gevaar voor besmetting door rooiwonden te verminderen treft dus geen doel.

Gave Eigenheimers in zand gegroeid werden bij nat bewaren met doorgesneden zieke knollen niet besmet.

Bij Eigenheimers in klei gegroeid op gelijke wijze behandeld vond wèl besmetting plaats.

In het algemeen geeft de methode van kunstmatige infecties op afgesneden bladeren geen bruikbare maatstaf ter bepaling van de vatbaarheidsgraad van het loof.

In extreme gevallen treedt de resistentie echter door een gering aantal gelukte infecties en meer nog door een geringe uitbreiding der vlekken aan den dag.

Een verband tusschen het gedrag der stomata vergeleken met dat van stomata van Zeeuwsche Blauwen en de mate van loofvatbaarheid der onderzochte variëteiten kon niet aangetoond worden.

LITTERATUURLIJST

1. *O. Appel.* 1915. Disease resistance in plants. Science Vol. 41.
2. *E. F. Artschwager.* 1918. Anatomy of the potato plant with special reference to the ontogeny of the vascular system. Journ. Agr. Res. Vol. XV.
3. *A. de Bary.* 1861. Die gegenwärtig herrschende Kartoffelkrankheit, ihre Ursache und ihre Verhütung.
4. *Helena L. G. de Bruyn.* 1922. The saprophytic life of Phytophthora in the soil. Meded. Landbouwhoogeschool, deel 24, No. 4.
5. *Ch. M. A. Hartman.* 1913. Het Klimaat van Nederland. Neerslag. Meded. en Verh. Kon. Ned. Met. Inst. No. 102. 15.
6. —— 1918. Het klimaat van Nederland. Luchttemperatuur. Meded. en Verh. Kon. Ned. Met. Inst. No. 102. 24.
7. *Gy Istvánffi* en *Gy Pálinkás.* 1913. Etudes sur le mildiou de la vigne. Ann. de l'Inst. Centr. Ampelogique royal hongrois Tome. IV.
8. *L. R. Jones, N. J. Giddings* en *B. F. Lutman.* 1912. Investigation of the Potato fungus Phytophthora infestans. U. S. Department of Agriculture. Bureau of Plant Industry. Bull. No. 245.
9. *Marie P. Löhnis.* 1922. Onderzoek over Phytophthora infestans (Mont.) de By op de aardappelplant. With a summary in English. Proefschrift. Uitg. Veenman, Wageningen.
10. —— 1913. On the resistance of the potato tuber against Phytophthora. Rep. of the intern. Conf. of Phytopathology and Econ. Entomology.
11. *B. F. Lutman.* 1911. Potato diseases and the weather. Vermont Agric. Exp. Stat. Bull. No. 159.
12. *I. E. Melhus.* 1915. Germination and infection with the fungus of the late blight of potato. Agr. Exper. Stat. of the Univ. of Wisconsin. Res. Bull. 37.
13. *Karl Müller.* 1915. Die Vorausbestimmung des Zeitpunktes zur Bekämpfung der Rebe Peronospora. Ber. der Hauptst. f. Pflanzenschutz in Baden für das Jahr 1915.
14. —— Die Vorausbestimmung des Ausbruchs der Peronosporakrankheit an die Reben mittels des Inkubations-Kalenders und die Bedeutung

dieser Massnahme für die Praxis. Ber. der Hauptst. f. Pflanzenschutz in Baden 1915—1918.

15. —— Die Bekämpfung der Rebenperonospora nach der Inkubation kalender Methode. Jahresber. Ver. Angew. Bot. XVI.
16. —— 1922. Rebschädlinge und ihre neuzeitliche Bekämpfung.
17. *Paul A. Murphy.* 1921. Investigation of Potato diseases. Dom. of Canada. Dep. of Agric. Dom. exper. farms bull. no. 44.
18. *G. H. Pethybridge* and *P. H. Murphy.* 1913. On pure cultures of Phytophthora infestans de Bary and the development of Oöspores. Scient. Proc. Roy. Dubl. Soc. Vol. XIII (N.S.) no. 36.
19. *Pringsheim.* 1876. Viertes Bericht der Central-Kommission für den Agrikultur-chemischen Versuchswesen über in den Jahren 1871—'75 ausgeführte Untersuchungen über die Kartoffelkrankheit und den Kartoffelwachstum. Landw. Jahrb. Bd. V.
20. *L. Roussakov.* 1923. L'influence des conditions météorologiques sur la rouille des céréales. Rep. of the Intern. Conf. of Phytopathology and Economic Entomology.
21. *Hermann Schacht.* 1856. Die Kartoffelpflanze und deren Krankheiten.
22. *Hugo de Vries.* 1878. Keimungsgeschichte der Kartoffelknollen. Landwirtsch. Jahrb. Bd. 7. Opera collata. Vol. III.

AN INVESTIGATION ON THE RELATION BETWEEN THE WEATHER CONDITIONS AND THE OCCURRENCE OF POTATO BLIGHT (PHYTOPHTHORA INFESTANS); AND ON THE QUALITIES THAT DETERMINE THE DEGREE OF SUSCEPTIBILITY OF THE TUBERS FOR THIS DISEASE

(Summary)

INTRODUCTION

This investigation was carried out under the direction of Prof. Dr. J o h^{a}. W e s t e r d i j k.

In 1919 and 1920 the experiments were carried out in heavy clay soil in a „polder" at Halfweg, a field laboratory being made use of. From 1921 to 1923 the spraying experiments were carried out on plants in clay soil alone. To determine the qualities that determine the degree of susceptibility of the tubers parallel experiments were carried out in clay soil at Halfweg and in sandy soil in the experimental field of the Phytopathological Laboratory Willie Commelin Scholten, at Baarn. During the latter three years the experiments at Halfweg were carried out by Miss M. Kruseman (Biol. Docta.) under my direction. Since exactly the same methods were employed and the results were frequently compared, the results in the clay soil and in the sandy soil respectively, may be regarded as directly comparable.

For looking over the manuscript and proofs of this English summary I am greatly indebted to Dr. Geo. H. Pethybridge. I thank him most sincerely for the trouble taken.

CHAPTER I

Relation between the weather conditions and the progress of an epidemic of blight on potatoes

§ 1. Correlation with the moment of outbreak

In Hungary a correlation has been discovered between the weather conditions and the moment of outbreak of *Plasmopara viticola* on vine. This correlation has been put to practical use for determining the best time for the application of Bordeaux mixture. This was the reason for undertaking a similar investigation in relation to potato blight.

The exact date of appearance of the first blighted leaves was ascertained in different places for five successive seasons. It was possible to secure 30 exact observations.

The period of incubation for *Phytophthora infestans* on the leaves was determined. Inoculation experiments on potato plants were carried on in a sheltered garden before blight was to be seen in the field. The lapse of time between inoculation and the first perceptible discoloration of the foliage was noted. The minimum was 3 days, the average 6 days (fig. 1). The period of incubation on cut leaves was also ascertained. Leaflets were inoculated on the under side with mycelium or zoospores in a drop of water, kept one night under a bell-jar and afterwards in the open in a shaded place. The minimum was 2 days, the average 4—6 days (fig. 1).

From inoculation experiments the conclusion may be drawn that the records of weather conditions need not extend farther back to than 10 days, if their influence on the moment of outbreak is to be studied.

Analysis of the weather conditions. The character of the weather during the 3 days previous to the date of outbreak and during the 10 days preceding this date was studied. If the weather in the last 3 days was of such a character that an outbreak might be expected, the time for issuing a warning to begin spraying would be too short, and such a correlation might not be serviceable in practice.

The weather in these periods was compared with that in the 4 preceding periods of 10 days, in which it had not led to an outbreak of blight. When the outbreak in summer was early the weather conditions before May 1st were not studied.

As meteorological factors were studied:

1. Rainfall (total in a given period and frequency of diurnal precipitation greater than 0.1 m.M.);

2. Vapour pressure (maximum of 3 daily measurements);
3. Relative humidity (maximum and minimum of 3 daily measurements). A high degree might favour an outbreak and a very low one might directly inhibit one.
4. Temperature (daily maxima).

Each factor might have an influence in two ways: for, either a high maximum or a great frequency of high values might directly favour the development of the fungus. The limits above which the factors were considered to be operative in a high degree were chosen somewhat arbitrarily from the data furnished by the 5 summers: for vapour pressure 12 m.M., for relative humidity 90 %, for temperature 20° C. Below 50 % the relative humidity was considered as very low.

In two localities the meteorological data were recorded by the experimenters themselves; for the other localities the data as registered by the Meteorological Institute were used.

For each of the thirty cases the frequency of values exceeding the fixed limit were noted for each factor in five 10-day periods and also the maximum attained in each 10-day period. In the 3 days preceding the outbreak the maxima of daily measurements were noted.

The tables prepared for the thirty known dates of outbreaks were worked out together, and the results are to be found in Pl. I—VI.

In the curves (*a*—*d*) the occurrence of the maximum value of a factor is to be studied.

a. marks the maximum attained in the last 3 days.
b. marks the maximum attained in the last 10-day period.
c. marks the maximum attained in the 5 10-day periods.
d. marks in which 10-day period the maximum attained occurred for the first time.

In the curves (*e*—*h*) the frequency of values exceeding the limit is given.

e. marks in which 10-day period the maximum frequency of high values occurred for the first time.
f. marks the frequency in the last 3 days.
g. marks the frequency in the last 10-day period.
h. marks the maximum frequency attained in the 5 10-day periods.
i and *k* the horizontal lines mark the average frequency for 3 days and

TAB. 3. *Weather conditions in the 3 days days previous to the outbreak compared with the weather condition in the 50 days preceding the outbreak.*

Column		1	2	3	4	5	6
Factor	limit	maximum attained exceeding limit	max. attained max. 5th 10-day-period	frequency of high values: more than average	frequency of high values: less than average	frequency of high values: once	frequency of high values: average
daily max. vapour pressure . . .	12.0 mm	7 times	9 times	11 times	7 times	12 times	0.9
daily max. relative humidity. .	90 %	8 „	10 „	11 „	8 „	11 „	0.7
daily max. temperature	20° C	14 „	7 „	6 „	16 „	14 „	0.3
days with rainfall.	—	—	—	16 „	13 „	0 „	1.3

10 days respectively, calculated from the records of the weather conditions in the 5 10-day periods.

In tab. 3 the weather conditions for the final 3 days are compared with these in the 5 preceding 10-day periods; the data given in Pl. I—VI are made use of.

There is to be seen in:

Col. 1 from *a*: the number of times the maximum does not exceed the fixed limit.

Col. 2 from *a* and *b*: the number of times the maximum coincides with the maximum of the 5th 10-day period.

Col. 3 from *f* and *i*: the number of times the frequency of values exceeding the limit is more than the average.

Col. 4 from *f* and *i*: id. less.

Col. 5 from *f*: frequency = 1.

In tab. 4 the weather conditions in the last 10-day period are compared with the preceding periods.

There is to be seen in:

Col. 1 from *b*: the number of times the maximum of the last 10-day period does not exceed the fixed limit.

Col. 2 from *d*: the number of times the maximum attained in 50 days occurs for the first time in the 5th 10-day period.

Col. 3 from *b* and *c*: the number of times the maximum attained in 50 days occurs in the last 10-day period. This number may be greater than 2, as the same maximum may occur several times.

Col. 4 from *c*: the number of times the greatest frequency of high values in 50 days occurs for the first time in the last 10-day period.

Col. 5 from *g* and *h*: the number of times the greatest frequency of high values in 50 days occurs in the last 10-day period.

Col. 6 from *g* and *h*: the number of times in the 5 10-day periods a frequency is reached that exceeds any occurring in the last 10-day period.

Col. 7 from *g* and *k*: the number of times the frequency in the last 10-day period is more than the average.

Col. 8 from *g* and *k*. id. less.

In inverse sense the minima of relative humidity have been worked out in the same way (Tab. 5).

Results of the analysis of the weather data. The following questions may be raised:

1°. In a given lapse of time (e. g. 3 or 10 days) does a factor always occur either at a maximum height or in maximum frequency in a degree exceeding the chosen limit?

2°. Did a similar state of affairs occur in the 10-day periods previous to the last one without giving rise to an outbreak of blight?

For the final 3 days (tab. 3 col. 1) it appears that none of the factors exceeding the chosen limit is a conditio sine qua non for an outbreak. Neither is a relative humidity less than 50 % (tab. 5 col. 1) a hindrance to an outbreak. No distinct correlation between the weather conditions in the final 3 days and the moment of outbreak is to be found.

For a comparison of the last 10-day period with the 4 preceding ones tab. 4 is to be consulted. Col. 1 shows that for 4 factors an exceeding of the chosen limit is no conditio sine qua non for an outbreak. The

TAB. 4. *Weather conditions in 10-day period previous to the outbreak compared with the weather conditions in the 50 days preceding the outbreak.*

Column		1	2	3	4	5	6	7	8	9
Factor	limit	max. 5th 10-day period above limit	max. out of 50 days for 1st time in the 5th 10-day period	max. out of 50 days in 5th 10-day period	max. frequency for 1st time in 5th 10-day period	max. frequency in 5th 10-day period	max. frequency not occurring in 5th 10-day period	frequency in 5th 10-day period		
								more than average	less than average	average
daily max. vapour pressure	12.0 mm	2 times	9 times	9 times	13 times	18 times	1 times	14 times	8 times	3
daily max. relative humidity	90 %	1 „	3 „	16 „	9 „	16 „	0 „	19 „	11 „	2.4
daily max. temperature	20° C	6 „	7 „	9 „	4 „	11 „	3 „	15 „	15 „	3.4
days with rainfall	—	—	—	—	1 „	10 „	0 „	20 „	9 „	4.3
max. daily rainfall	—	—	10 „	10 „	—	—	—	—	—	—

TAB. 5. *Daily minimum of relative humidity occurring in last 3 days and last 10-day period compared with the occurrence in the 50 days before outbreak.*

Column	1	2	3	4	4	6	7
Period	min. less 50 % in	min. out of 50 days for 1st time in	min. out of 50 days in	max. frequency for 1st time in	max. frequency in	frequency	
						more than average	less than average
last 3 days	3 times	0 times	0 times	—	—	0 times	30 times
last 10-day period	8 „	4 „	4 „	5 times	5 times	5 „	25 „

occurrence for the first time in the last 10-day period of the maximum attained by a factor in the 5 10-day periods is only 10 times, at most, for rainfall and 9 times for vapour pressure (col. 2). The frequency of values above the fixed limit is great for vapour pressure and relative humidity (col. 5), but in only 13/30 of all cases studied, at the most, is this the first time this frequency occurs (col. 4). Even a relative humidity below 50 % occurs 8 times in the last 10-day period (Tab. 5 col. 1) so that it can not be considered as a hindrance to an outbreak.

In Pl. VII the distribution of the rainfall during 30 days preceding an outbreak can be compared for the 30 localities. No correlation is to be found for the amount or frequency of rainfall. Neither is any correlation to be found with the curve that shows the amount of rainfall from April 15th till the date of outbreak (Pl. V).

§ 2. The weather conditions during a period of rapid progress of the disease

A very rapid progress was observed 11 times in a given short lapse of time. The frequency of values exceeding a fixed limit for the various factors was compared with the meteorological averages for the same values in the same month. These averages have been computed in the Meteor. Inst. from the data for a number of years. No correlation could be traced (Tab. 7); the amount of rainfall only was 7 out of 11 times above the average in these periods.

§ 3. Influence of the weather on the duration of an epidemic

By duration of the epidemic is meant the lapse of time between discovery of the first blighted leaf and the total death of the foliage from blight. The behaviour of two varieties was studied. A deviation from the meteorological average does not show any correlation with the duration of the epidemic. (Tab. 8).

§ 4. Discussion of the results

The fact that a correlation between meteorological factors and the moment of outbreak or rate of spread is lacking does not mean that the weather may have no influence on the course of an epidemic. The influence may be too complicated to be exhibited by an analysis of the separate factors. The factor probably essential for infection by the fungus — the period of time during which a drop of water may exist — is a function of relative humidity, insolation and wind velocity, and can not be expressed by any one of the meteorological factors separately.

For *Plasmopara viticola* in a continental climate, the amount of rainfall appears to be the principal factor that determines the moment of outbreak; in the maritime climate of Holland no such correlation could be found for *Phytophthora infestans*.

CHAPTER II

Field experiments for the determination of the moment at which spraying with Bordeaux mixture gives the best results

§ 1. Arrangement of the experiments

The varieties used were Zeeuwsche Bonten and Blauwen, both highly susceptible as to foliage and moderately susceptible as to tubers, and Eigenheimer, moderately susceptible as to foliage and highly susceptible as to tubers. The experimental field in Halfweg was situated in a „polder", in heavy clay soil. In 1920 one plot contained 10 rows of 19 plants each, in 1922 and 1923 12 rows of 19 plants each. In 1922 parallel experiments were carried out in one of the islands of the province of Zeeland.

Method of determination of the degree of foliage infection in the various plots. On one and the same day all plots of a given variety were compared and the degree of foliage infection recorded by figures ranging from 10 to 0, (10 quite sound, 0 completely killed by blight). At regular intervals the comparison was repeated, and by summation of the figures a number for each plot was computed. The value of the number is influenced by the date of outbreak and the rate of spread of the disease.

Determination of the yield of a plot. The weight of sound tubers (marketable size and seed potatoes separately) was determined, and from each plot 5 kilo were stored separately.

In these tubers the percentage weight of blight noticeable during storage was determined after 6 weeks.

External conditions. The progress of the epidemics of blight varied greatly in the years during which the experiments were carried out. In 1920 the first outbreak occurred early (13th of July on Bonten) and the progress of the disease in unsprayed plots was rapid. In 1921, a very dry summer, practically no blight occurred. In 1922 and 1923 the first blighted leaves were seen on the 15th and 16th of August respectively, when tubers were already well developed. In 1923 the rate of progress of the disease varied greatly even in the unsprayed controls, a phenomenon that is unusual in Holland.

§ 2. Results of the experiments

The questions to be answered by the experiments were:

1°. At what time in relation to the moment of outbreak does a single application of spray gives the best result?

2°. What result has a second application of the spray? Does an early application to the soil produce any useful result?

1920. In fig. 2 the results of a single application at various times are seen. The best results are shown by applications before the moment of outbreak; spraying at the very beginning gives similar results; spraying some days after the disease has been noted does not check the damage. Fig. 3 shows the results of a further application after spots of blight were noted. Apparently the second application kept down the damage to some degree in all plots.

In figs. 4—6 the yield of sound tubers for all plots is given. The net yield is calculated by subtracting from the yield of sound tubers the weight of tubers rotted during storage, determined in a test lot. For Bonten and Eigenheimer the yields of the plots coincide well with the degree of foliage infection. For Blauwen the total yield does not coincide, and parallellism is only to be found for the yield of marketable tubers. The maximum effect of spraying is an increase of 160 % of the yield of a control plot (tab. 9 cols. 10 and 11).

1922. Eigenheimer and Bonten were used, each in 2 series of 13 plots. Seed potatoes of different origin were used for the 2 series; in Eigenheimer a great difference in the general appearance of the plants in the 2 series was seen, so that the mean of 2 corresponding plots of one variety could not be used.

In fig. 7 all plots where a single application was made are put together. For Bonten there is a sharp difference between plots sprayed 10 days before the outbreak (no. 10) and plots sprayed one day after spots of blight were noted (no. 11). Plots sprayed a week after outbreak do not show any result of spraying. In the case of Eigenheimer plot no. 11 was sprayed when only one diseased leaf was to be found in each control plot. This spraying gave as good a result as a application 17 days earlier (no. 10). On account of heavy rain a single application, 7 days after the start of the outbreak, could not be made. Plot 9 shows that a single application may still have an effect after an interval of 4 weeks. When the interval exceeded 4 weeks, no effect was to be seen.

Fig. 8 gives the results of a second application of the spray. All second applications show a distinct influence. Plot 5 is better than plots 11 and 9, so that apparantly both sprayings were of effect. When after a late outbreak one is led to repeat the spraying after a lapse of 3 or 4 weeks it is very likely that the previous application still plays some part in the result.

The effect of a second application of the spray some time after the outbreak could not be tested on account of late outbreak and the incessant rainfall during the latter part of the season.

Spraying the soil when the potato plants were still quite small was put to the test, because of the possible existence of *Phytophthora infestans* hibernating in the soil. No influence was to be noted.

In figs. 9—12 the degree of damage to the foliage is compared with the yield. A parallelism in the curves like that in figs. 4 and 5 is not to be seen.

A similar spraying experiment was carried on in Zeeland. Here the first spots of blight were noted on the 24th of July. Least damage of the foliage was shown by a plot sprayed first two weeks before the outbreak and again directly after the noting of the first blighted leaves; the increase in yield of this plot was 44 % as compared with the yield of the control plot (tab. 11).

1923. In this year there was no parallelism between the degree of infection of the foliage and the yield of tubers (fig. 13). Since the progress of the blight in the foliage was most irregular even in the control plots, no conclusion could be drawn from the data obtained.

§ 3. Discussion of the results obtained in 1920, 1922 and 1923

The great difference in the results of the yield in the 3 summers — all summers in which blight in unsprayed fields caused great damage — can be ex-

plained. The damage caused by the fungus is twofold: (1) the foliage dies prematurely and the development of the tubers is brought prematurely to a conclusion; (2) the tubers become infected in the soil. When the disease appears early in summer, (1) is relatively much more serious than (2); when the outbreak is late, the reverse is the case. The influence of checking the spread of infection of the foliage was great in 1920 in Halfweg and in 1922 in Zeeland, where the outbreak was early. In 1922 and 1923, when the outbreak was late in Halfweg, no influence on the yield of sound tubers could be noted. If at the time of outbreak the tubers are already fully developed the degree of foliage attack has little influence on the degree of tuber rot.

Good results may be expected from spraying when Phytophthora infestans appears early in summer and spreads quickly. When the disease appears late in the season much less is to be expected from spraying. It is possible that refraining from spraying under such circumstances is even safer in the case of varieties with very susceptible tubers; for in this way the foliage is killed off rapidly, and the risk of tuber infection exists for a short time only.

CHAPTER III

The infection of tubers and their degree of resistance

§ 1. Determination of the degree of varietal susceptibility of the foliage and tubers by field observations

All varieties used were tested in field experiments both on sandy soil and on heavy clay soil for the degree of susceptibility of both foliage and tubers. The degree of susceptibility of the foliage was determined by the method described Ch. II § 1. According to these figures the varieties may be divided into 4 groups (IV is quite resistant in the foliage). In order to measure the degree of susceptibility of the tubers the total yield was weighed; the weight of tubers rotted at digging time and after 4 weeks dry storage was determined and the % rotted of the net yield calculated. No correlation appeared to exist between the degree of resistance of the foliage and that of the tubers (tab. 12). Of course varieties with wholly resistant foliage must be excepted. The degree of foliage infection in one and the same variety grown on clay soil or on sandy soil respectively shows no difference. As concerns tuber rot the % of diseased tubers on clay soil was higher thirteen times than on sandy soil, in two cases it was the same. In three cases the percentage was higher on sandy soil. The experience of practical growers that the risk of tuber rot in sandy soil is small appears, as a rough generalisation, to be well founded.

§ 2. Characteristics that determine the degree of resistance in tubers

a. Degree of extension in the parenchyma.

The results of experiments after the method of Jones, Giddings and Lutman (8) are given in former papers (9, 10). The degree of resistance appeared to be no function of the parenchyma.

b. Thickness of skin.

The number of layers of cork-cells that make up the skin was determined for many varieties. On one and the same tuber differences in this number may be found, especially if the tuber has developed intermittently under varying weather conditions. In tab. 13 thickness of skin is compared with the degree of resistance of the tubers, as determined in the field experiments. No correlation is to be found. Differences in soil factors play no part in determining thickness of skin.

c. Influence of the cork-cambium.

In my thesis (9) a method is described for testing the degree of resistance of tubers by removing the skin of unripe tubers and inoculating the cork-cambium by the application of an infected leaf. One variety, Bravo, appeared to show an exceptional degree of resistance when inoculated in this way. In only 12 % out of 56 tubers could the fungus invade the tuber in this way.

Later the method of inoculation was improved. A zoospore suspension was made by immersing heavily infected leaves in a vessel of water for a moment and the suspension was used two hours later when the zoospores might be expected to have been set free. The peeled potatoes were immersed in this suspension for a moment, and kept subsequently in a moist, cool atmosphere. In these conditions after 4—6 days small brown spots are to be seen on the tubers. From the number of spots which appear the strength of the spore suspension can be estimated. If the cork-cambium is able to protect the interior the spots do not enlarge; if this is the not case many or some of the spots spread and the tuber takes on a livid colour (Pl. VIII fig. 1). Varieties which had given no distinct results by the former method were put to the test again, as well as others not previously tested. Ten seedlings of Bravo were examined and 2 seedlings of Ideal × Favoriet. (Favoriet was obtained by crossing Imperator with Roode Star and has distinctly the same habit as Roode Star). In Tab. 14 the varieties are arranged according to the % of inoculated tubers on which many of the spots show a diffuse extension. The greatest resistance is shown by Roode Star, Bravo, a seedling of Bravo (893) and a seedling of Favoriet (II). Hence the resistance in the cork-cambium appears to be a hereditary quality. Since the tubers which possess this feature are resistant on clay soil as well as on sandy soil it is important to pay attention to this character if the raising of a variety resistant to blight on heavy soil is aimed at. Tubers may be tested under laboratory conditions even when the foliage is free from blight spots.

A difference in the rate of growth of the fungus was observed in tubers treated in this way but exact data have not been obtained.

§ 3. The mode of entry of the fungus into the tuber

Very little is known about the path along which the fungus enters into a sound tuber, and it was presumed that better knowledge on this point might clear up observed differences in susceptibility otherwise unexplained. All experiments were carried out with freshly dug tubers. Tubers of Eigenheimer were immersed in a spore suspension as described above; and as controls to estimate the strength of the suspension employed peeled tubers were included in each lot. After keeping the inoculated tubers 4—6 days in a moist atmosphere the early points of infection may be observed as thin livid lines under the intact skin. If a lenticel is present at one end of such a line,

the line may be followed macroscopically, after cutting the spot, into the centre of the lenticel. A great difference was noted between the number of such lenticel-infections found in tubers grown on clay soil and that found in tubers grown on sandy soil. Out of 155 clay-grown tubers 8 showed more than 40 lenticel-infections per tuber; 24 tubers showed from 40 to 15 and 31 tubers from 15 to 4 (tab. 18). On the other hand out of 124 sand-grown tubers only 8 lenticel-infections could be noted in all (tab. 17). In addition to the lenticel-infections, infections through the eyes were noted in both clay- and sand-grown tubers. Infection through the eyes appeared to occur more frequently in ripe than in young tubers (tab. 18).

The lenticels of sand- and clay-grown tubers were studied microscopically. The sections were stained with Sudan III-glycerine to study the degree of suberisation of the cell-walls. The lenticels of clay-grown tubers consist of parenchymatous cells; only where these parenchymatous cells adjoin the phelloderm are their walls suberised (Pl. IX figs. 1 and 2; Pl. X. fig. 2). In the sand-grown tubers the lenticels were seen to be covered by one or more layers of parenchymatous cells with suberised walls. (Pl. X fig. 3).

Through this difference, which can be traced by microscopical examination, a way was opened upon which further differences in the susceptibility of various tubers could be explored.

Many varieties were tested to ascertain whether a correlation existed between the amount of lenticel-infection produced by artificial inoculation and the degree of suberisation of the lenticels. Inoculation experiments were carried out with unripe tubers when available in order that the skin removed from the controls could be kept to be examined microscopically. By staining such pieces of skin with Sudan III the limit between suberised and non-suberised cells is sufficiently well marked to be recognisable on their upper and under sides. The differences occurring in the lenticels may be seen in Pl. IX, fig. 3—6. The outlines of the non-suberised part (parenchymatous cells with non-suberised walls (fig. 6) together with the opening, if such was present, (fig. 3) on the upper and under sides of the skin were drawn with a Zeiss drawing apparatus at a magnification of 70. An outline of the piece of skin, from which all lenticels had been drawn, was traced in actual size. All these outlines were traced on the same quality of paper, cut out and weighed. When a difference in the size of the upper and under non-suberised area was noted, the smaller area was used. By this ordinary method for the determination of the superficial area of irregular planes the ratio between the suberised and non-suberised parts of the skin could be calculated. The figures so arrived at can directly be compared for all tubers. If the figure is high it means that there are few non-suberised parts on the skin, if low the reverse. The method is somewhat rough but has the advantage that many lenticels may be examined.

When the figures thus found are compared with the amount of lenticel-infection in the inoculation experiments two sources of error exist. (1) It was impossible to use always a spore suspension of about the same strength. Only the lots where the degree of infectiousness of the spore suspension tested by the peeled control tubers is recorded as „strong" (sterk) or „sufficient" (voldoende) are used. Direct comparison of the amount of infection in such lots is not allowable. (2) It has not been proved that the condition of the lenticels of all tubers of one variety is identical at one and the same

moment. When a great difference in amount of infection in tubers of one and the same lot is recorded „irregular" (onregelmatig) is added in the tables. This source of error might be eliminated by working with very great numbers.

Comparison of clay-grown tubers of different varieties. In 4 varieties where the amount of lenticel infection per tuber was less than 0.5 the number for the ratio of the suberised to the non-suberised part of the skin was greater than 1500 (tab. 20). Out of 8 varieties with a ratio greater than 1500, the greatest amount of lenticel infection was 3.2 per tuber (tab. 21). This figure and 3 others are higher than might be expected from tab. 20. In tab. 23 where the amount of lenticel infection per tuber is greater than 5, the figure for the ratio, in 9 out of 10 experiments, is less than 1000, generally about 600. In tab. 23 where the ratio is less than 1000 the amount of infection per tuber is greater them 5, 9 times, greater than 10, 5 times. In comparing tab. 20 and 21 with tab. 22 and 23 a great difference is to be seen. In one lot of inoculated Eigenheimer tubers the diseased ones gave a ratio of 450, the tubers that had escaped infection a ratio of 1782.

In inoculated clay-grown tubers the correlation between the size of the non-suberised surface of the lenticels and the amount of lenticel infection is sufficiently clear for the condition of the lenticels to be regarded as the cause of a difference in the degree of varietal resistance.

It is apparent that even in heavy clay soil the tubers may be protected from infection by the fact that non-suberised areas in the lenticels are lacking.

Comparison of tubers grown in sandy soil. When the data for the sand-grown tubers are grouped in the same way as the data for the clay-grown tubers, the results are different. In tab. 25 for varieties with a ratio greater than 1500 the amount of lenticel infection per tuber does not exceed 1. This is in accordance with the behaviour of clay-grown tubers. In tab. 26 where varieties with an amount of lenticel infection less than 0.5 are put together, the ratio for Kartz alone is much lower than might be expected. In tab. 27 the deviation from the results for clay-grown tubers is more striking. In varieties with a ratio less than 1000 the amount of lenticel infection per tuber is much smaller than the amount found for the clay-grown tubers; 2.8 is the highest. For the one lot No. 811 that gave 7.8 lenticel infection per tuber the ratio could not be determined, since unripe tubers were not available.

A correlation between the size of the non-suberised surface of the tubers and the degree of susceptibility through the lenticels was not to be found in sand-grown tubers. Not only tubers with suberised lenticels are resistant; but non-suberised lenticels in which microscopically no difference is to be seen when compared with non-suberised lenticels of clay-grown tubers, appear to be of much less danger in the case of sand-grown tubers than of clay-grown ones.

When all the varieties grown on clay-soil and on sandy soil are compared (tab. 19 with tab. 24) it is seen in 12 cases that the ratio between non-suberised and suberised area is smaller on clay soil, in one case larger. Tab. 28 shows how great the differences were in these 13 varieties.

Table 19 shows that the size of the non-suberised area may vary for the same variety during the course of the summer. By examinating the skin only once the probable degree of resistance of the tubers cannot be estimated. It is even probable that the behaviour of the lenticels may vary in dif-

ferent summers, and this might explain the fact that the amount of tuber-rot varies so much from one year to another.

Infection through the eyes. In 1923 the possibility of infection through the eyes was investigated for a great number of varieties. The results for the clay-grown tubers are to be found in tab. 30. When the total number of all tubers used in inoculation experiments before the first day of September is calculated and the total amount of infection through the eyes is determined, the average per tuber is 0.28. The average per tuber calculated from inoculations performed after 1st of September is 1.42. The latter average is 5.1 times as great as the former. The number of infections through the eyes appears to increase with ripening of the tubers.

TAB. 32. *Comparison of the % of blighted tubers in the crop with the various qualities as determined experimentally that might have caused the resistance.*

Variety	% of tubers blighted		degree of extension in the foliage	%of tubers sound after inoculation of the cork-cambium	number of inf. through lent. per tuber	number of inf. through eyes per tuber	degree of infectiousness of used suspension as show by control tubers	distribution of the inf. through lent. in inoculated tubers	date of inoculation	date of first observation of disease in the foliage
	1923	1922								
Arnica	4.3	1	**IV**	0	9.1	2.6	v. strong	irr.	5/9	28/8
Bravo	1.3	2	II	**87**	17.5	**0**	strong	reg.	8/9	21/8
Centifolia	4.8	—	II	20	**0.1**	**0**	strong	—	6/8	31/8
Deodara	6	2	III	0	**0.4**	**0**	suff.	reg.	—	16/8
Favoriet	1.1	0	**IV**	26	8.9	0.2	strong	irreg.	8/9	11/9
Gratiola	0	0.2	**IV**	0	**2.2**	1.1	v. strong	irreg.	5/9	28/8
Kraal (Geld.)	1.4	0.2	II	**46**	11.1	0.4	v. strong	irreg.	5/9	21/8
Odenw. Bl.	5	1	I	13	**1.1**	0.4	suff.	reg.	—	31/8
Parnassia	0	1	III	**63**	20.7	2.9	v. strong	reg.	5/9	31/8
Riesenweisse	5	3	I	0	**2.4**	0.4	suff.	irreg.	27/7	28/8
Roode Star	4.5	3.3	III	**80**	—	—	—	—	—	6/9
Thiele's 3/17	7.1	16	**IV**	**61**	**3**	1	v. strong	irreg.	5/9	6/9
„ 7/19	0.2	1.9	**IV**	9	**0.2**	**0**	suff.	—	9/8	31/8
„ 10/4	0.1	0	II	—	**0**	**0**	suff.	—	9/8	31/8
Emp, × Fav. I	0.1	—	**IV**	**86**	**4.8**	0.7	strong	irreg.	8/9	19/9
Seedling 809	1.4	—	**IV**	37	**2.5**	0.9	v. strong	irreg.	21/8	6/9
„ 814	7.7	—	II	0	13.9	0.4	v. strong	irreg.	21/8	6/9
„ 815	0.2	—	III	5	10	0.8	v. strong	reg.	21/8	6/8
„ 886	9.9	—	II	19	8.5	0.2	v. strong	reg.	21/8	31/8
„ 893	0	—	**IV**	**88**	**4.2**	**0**	v. strong	irreg.	21/8	11/9
„ 906	0	—	II	7	13.6	—	v. strong	reg.	21/8	31/8

For the tubers grown in sandy soil the results are to be found in tab. 31. As the tubers ripened much earlier in the sandy soil the limit between unripe

and ripe tubers was fixed earlier, on the 15th of August. Before this date the average of the amount of infection per tuber was 0.05, after the 15th of August it was 0.5. In ripe tubers the average is 10 times higher than in unripe ones. The increase is greater than in clay-grown tubers. The absolute numbers are smaller. As the tubers were much smaller in sandy soil, this may explain the smaller numbers. Out of 10 varieties inoculated several times, the amount of infection was increased in the latter inoculation 6 times, 4 times it remained the same (tab. 30 and 31).

In comparing the susceptibility to infection through the eyes for one and the same variety grown on clay and on sandy soil, the average per tuber is greater on clay soil 14 times; for these varieties the spore suspension used for clay-grown tubers was stronger 8 times; of the 6 times in which the sand grown tubers show more infections the suspension was stronger only once.

Soil conditions have no influence on the degree of resistance of the eyes.

Two varieties (Kartz and Thiele's 10/4) gave no eye infection when grown either on clay or on sandy soil.

§ 4. Comparison of the results of laboratory inoculation experiments with observations in the field

21 varieties that gave less than 10 % of diseased tubers (see tab. 12) in heavy clay soil are arranged in tab. 32, to see what factor might be the cause of the resistance. Such a factor is printed in leaded type.

In 4 cases the resistance in the cork-cambium is the only factor that might have protected the tubers. In 4 others the protection can only be caused by suberisation of the lenticels. For 5 varieties no reasonable explanation can be found in the data presented. It is possible that the time elapsing between artificial inoculation and the occurrence of infection in the field in which period the condition of the lenticels might have altered may be the cause of this discrepancy.

All varieties that gave a % of sound tubers greater than 50 after inoculation on the cork-cambium gave less than 7.1 % diseased tubers in the crop (tab. 33).

It is manifest that the resistance through the cork-cambium protects the tubers in the field sufficiently. It is this factor that keeps tubers sound in a soil where tuber rot is most to be dreaded. For these tubers the degree of lenticel or eye susceptibility is of no consequence.

CHAPTER IV

Investigation of the nature of the factor which may cause the resistance of the cork-cambium

In my thesis (9) it is shown that the difference in susceptibility of the cork-cambium in Bravo and Eigenheimer cannot be due to any anatomical difference. Neither did staining with $Cu\ Cl_2$ show any difference in the quantity of tannin present. No difference could be found in the rate of wound-cork formation.

When wound-cork had been formed and this layer was removed and the

new wound inoculated, no difference was to be seen in the behaviour of Bravo and Eigenheimer.

Influence of narcotics. When inoculated tubers are kept for 24 hours in the vapour of ethyl alcohol the fungus grows into the tuber rapidly, but the characteristic brown colouration of the parenchyma occurs much later than in control tubers. After 10 days control tubers that were not treated with alcohol vapour showed a brown area; only after 19 days was the beginning of brown colour to be seen in alcohol treated tubers. When the tubers are kept for a longer period in alcohol vapour many never show any brown discolouration; after a period of 8 days in alcohol vapour all tubers remained white for 31 days.

Hence ethyl alcohol has a narcotic effect; when the exposure is short the reaction is reversible; when long, not reversible.

Ether vapour has no influence either on the growth of the fungus or the reaction of the tuber. Chloroform vapour hinders the growth of the fungus, but the tuber is not killed. Hence the narcotic influence on the reaction of the tuber is specific for ethyl alcohol.

By treatment with a narcotic it is possible to distinguish which part of the disease phenomena are caused by the parasite and which by the host plant. (9).

An attempt was made to see whether treatment with alcohol vapour had any influence on the resistance of the cork-cambium of Bravo. Bravo tubers kept one day in alcohol vapour after inoculation with the fungus appeared to be invaded by Phytophthora to the same extent as tubers of Eigenheimer (Pl. VIII fig. 2).

The conclusion drawn is that resistance can be due neither to any anatomical difference in the cork-cambium, nor to any chemical constituent always present in the cells. The reaction of the tuber which comes into play when the fungus enters the tuber tissue of a resistant variety is inhibited. Narcosis by ethyl alcohol prevents this reaction from playing its part.

CHAPTER V

Anatomical investigation of the mode of entrance through the eyes

Since no description of the microscopical structure of the eye was to be found in the literature, the anatomy of an eye had to be examined.

Macroscopically sound eyes of Eigenheimer and eyes that showed the first beginnings of infection were fixed in August and September. Microtome sections of 15 μ thickness were made, and stained with ammoniacal gentian-violet in order that any suberisation of the cell walls might be recognisable. The general anatomy of an eye was examined with a binocular dissecting microscope. An eye consists generally of three buds; the middle one is the most advanced in development. The growing point is covered by three bud-scales (pl. IX fig. 7*a*) which have a large basal portion and a top which bends over the growing point. It sometimes happens that the central bud has only 2 outer bud-scales. Lateral buds generally have 2 (Pl. IX fig. 7*b*) and sometimes only 1 bud-scale. In the axil of the outer bud-scale a distinct meristem is always to be seen (Pl. X fig. 4—6). In these bud-scales parenchyma with vascular bundles and cork-tissue are discernible. The inner bud-scales consist of parenchymatous cells with small intercellular spaces, an epidermis

with stomata, but cork-tissue is absent (Pl. X fig. 4—6). Within the inner bud-scale the growing point is situated; it is entirely meristematic. (Pl. X figs. 4—5).

As the outer bud-scale appeared to be the path of entry for the fungus, its anatomy had to be studied. The basal part is covered by a multicellular cork-layer; sometimes small openings are to be seen (Pl. XI, fig. 2, 3, 4, 5) generally with stomata. More often a stretched-out area is found where the cork-layer is absent and the parenchyma is covered only by an epidermis with a cuticle (Pl. XI fig. 5). When the bud-scale has a long drawnout top part (Pl. X fig. 5 and 6) it is this part that is covered only by an epidermis. When the top part is covered by cork tissue a small non-suberised area with some stomata is found at the junction of top and basal parts bounded on both sides by a layer of several cork cells (Pl. XI fig. 5, 6 and 8). Thus, in a resting bud there are parts that have well developed parenchymatous tissue only partially covered by cork tissue.

In order to see which path the fungus takes for the invasion of the bud, 22 inoculated buds of Eigenheimer which showed macroscopically the beginning of infection were sectioned by microtome. When the series was complete the part of the bud which lies in the diseased area was observed; the diseased tissue is marked by the brown coloration of the cells. 37 infected areas not mutually connected were recognised; thus, in 15 cases more than one infection was to be found in the same eye. In 31 cases the centre of infection lay in the outer bud-scale, in 4 cases a younger bud-scale was to infected part and in two it was not discoverable.

The point was investigated as to whether any opening in the covering cork layer was to be noted in the diseased outer bud-scales. Sometimes a single opening was to be found, sometimes several, so that it could not be made out which had served as an entrance. In a few cases the bud-scale was too much shrivelled up to note differences in the tissue. In one case infection was at its very earliest stage and it could be observed how the diseased tissue corresponded with two openings in the top, while the tissue under a third stoma was still sound (Pl. XI fig. 9). In 4 cases the inner bud-scale only was diseased, but the fungus had not passed from this bud-scale into the parenchyma of the tuber; an invasion of the tuber through the inner bud-scale has not been observed. The meristematic growing point was always quite intact.

In 10 infected eyes examined with a dissecting microscope the brown coloring of the tissue always corresponded with the outer bud-scale.

Hence in ripe tubers the path of entry of the fungus through the eyes leads through the outer bud-scales which, through openings in the protecting cork-layer and by well developed parenchyma offer the possibility for Phytophthora to enter the tuber.

The question is obvious whether in younger or resistant eyes a difference in the anatomy of the eye might be found. The material gathered to answer this question was not sufficient, and although an anatomical difference is probable, I did not succeed in settling this question.

CHAPTER VI

Investigation as to the moment at which potato tubers become infected

Infection in the soil. As it has been proved by de Bruyn (4) that Phytophthora infestans is able to grow in sterilised soil (clay, sandy soil and peat soil) experiments were carried out to determine the length of time during which clay soil or sandy soil may infect tubers in the field[1]). The upper layer of soil collected from beneath a plant with blighted foliage was kept in a flower pot in the open during varying intervals. Slices of sound tubers, dug before the outbreak of blight, were put under a layer of this soil in a moist atmosphere in the laboratory. In sandy soil the degree of infectiousness decreased considerably after 2 days; after 14 days one slice out of 6 became infected. In the clay soil all slices became infected after a lapse of 12 days; after 30 days only 2 out of 8. (Tab. 34). The lapse of time after which not a single slice was infected was not determined.

It appears that the fungus can remain alive for several weeks in soil contaminated by falling spores and that the length of time is greater in clay soil than in sandy soil.

In order to determine the moment of infection of the tubers in clay soil trial diggings of 50 tubers each were made at regular intervals. For each lot the number of diseased tubers was determined when dug and again after dry storage for 6 weeks. The results are given in Fig. 14—17. The curves for Bonten and Blauwen are irregular; no increase in % of diseased tubers is seen for the tubers dug later. The risk of infection of the tubers seems to have been variable; probably the degree of variability differs in different plants.

For Eigenheimer in 1922 and '23 the slope of the curve is regular. The only deviation is 12—30 Sept. 1922. This might indicate a difference in the degree of susceptibility of the tubers. The results of field observations agree well with the laboratory experiments, where the degree of susceptibility through the lenticels varied little over a long lapse of time.

The curve for the net. % of diseased tubers is not parallel with the curve for the % at digging time for any of the 3 varieties. This discordance might be explained if the number of diseased tubers was determined not only by the infection of tubers in the soil but also by infection during the process of digging. Murphy (17) has demonstrated the existence of this source of infection. Only indirectly was it attempted to get some idea on this point in this case. The amount of rainfall in 4 days preceding the digging was compared with the % of diseased tubers found after a period of storage (tab. 35). A correlation is seen inasmuch as in tubers having been dug after 4 days with very little rainfall the % of diseased tubers was very small. The first and last data cannot give clear results; at the beginning blight was rare on the foliage; at the end so many tubers had already become infected that the wet soil might cause little increase of damage.

---

[1]) Through Murphy and McKay, „The development of blight in potatoes subsequent to digging" (Dep. of Lands and Agric. Journal Vol. XXIV No. 2) it came to my notice that similar experiments had been carried on by Murphy in Ireland who found a period of 44 days to be the maximum during which the soil remained capable of causing infection.

Infection of sound tubers by diseased ones during storage. In order to judge the danger of infection through wounds in my thesis (9) the length of the period after which inoculation of a wound cannot succeed any longer was determined, when tubers were kept in moist condition. This period is much shorter for unripe tubers than for ripe ones and is not in correlation with a distinct stage in the formation of wound-cork.

The length of this period was now determined during the normal digging-season when the wounded tubers were kept in the open field. A number of pieces of diseased tubers were added to 50 sound tubers cut in halves. Between the moment of cutting and storing the tubers were kept in the open for a varying number of days. It appeared that even 6 days in the field between digging and storing did not prevent infection through the wounds.

To determine whether sound tubers without wounds might become infected by diseased tubers, lots of newly dug sound Eigenheimer tubers from clay soil and sandy soil were put in contact with cut diseased tubers. One lot was kept in a moist condition, the other dry. Under dry conditions infection did not occur in either lot. Among Eigenheimers grown in sandy soil no infection occurred even in moist storage. Out of Eigenheimers grown in clay soil 16 % became infected in moist storage. Hence clay-grown, newly dug tubers run a greater risk of infection by contact with diseased ones than tubers grown in sandy soil.

CHAPTER VII

Degree of susceptibility in the foliage

§ 1. Testing of the laboratory method

The degree of susceptibility of the foliage was measured by Jones (8) by inoculation of the plants in the open.

I investigated whether the inoculation of cut leaves might be used for the determination of the degree of varietal susceptibility in the foliage.

Cut leaves of several varieties were inoculated by means of spores in drops of water kept under a bell-jar for a night and then taken into the open air. Weather conditions being variable inoculated leaves of Blauwen as a most susceptible variety were included as controls in each lot. The amount of drop inoculations for a variety in one experiment varied from 15 to 21. All varieties were experimented with several times. Out of 120 drop inoculation on Blauwen 94 % were successful. In 98 % of these successful inoculations the spot enlarged rapidly so that a large black spot was to be seen before the dying off of the leaf. For each variety the % of successful inoculations and the % of spots with a large area were divided by the same numbers obtained for Blauwen included in the same experiment. Hence the influence of different external conditions is excluded and the numbers for the different varieties are directly comparable.

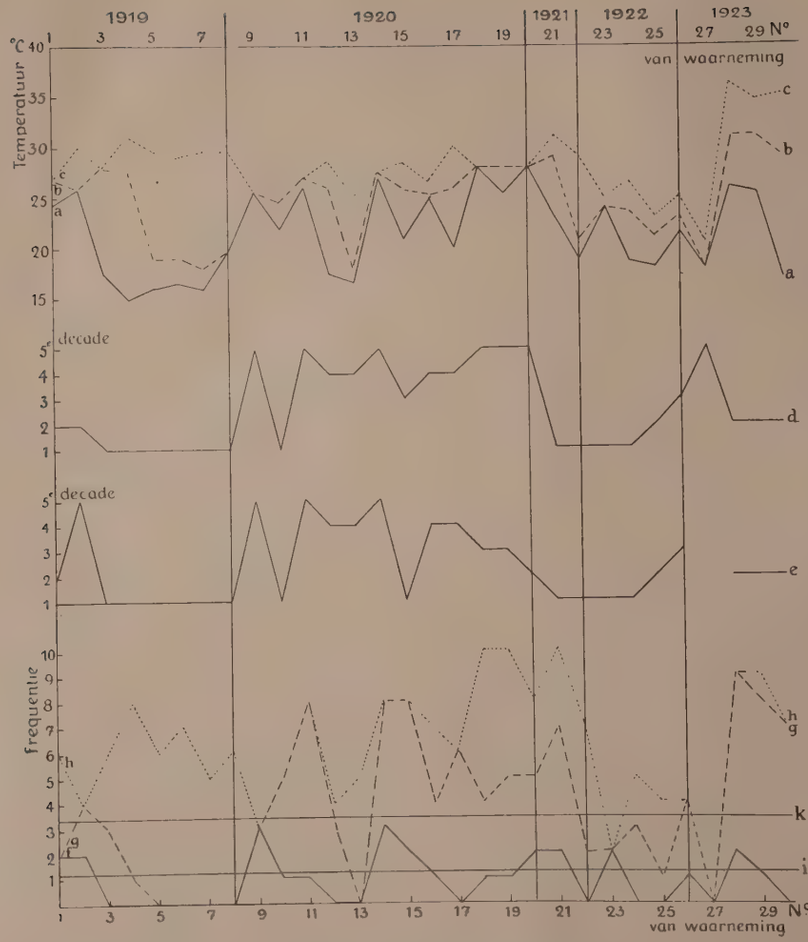
In table 37 the varieties are arranged in accordance with the number of successful inoculations and with the number of spots with a large area. In the last column the degree of susceptibility in the field for the variety is registered (see table 12).

It is apparent that the method of inoculation of cut leaves is not a reliable one for the determination of the degree of resistance of varieties. Only in the most extreme cases a correlation is to be found, especially for the rate of extension.

§ 2. Investigation whether the behaviour of the stomata can be correlated with the degree of susceptibility of the foliage

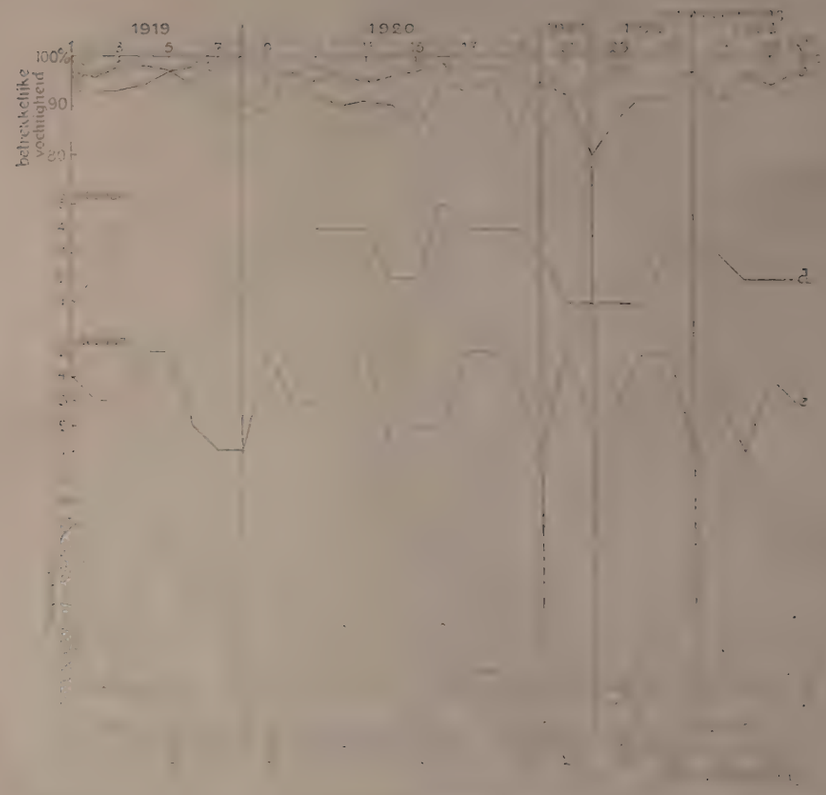
Although it is known Phytophthora infestans can invade the leaves through the ordinary epidermal cells, the behaviour of the stomata has been studied. Before the outbreak of blight the degree of opening of the stomata was determined for several varieties in the field. The method of Molisch (Infiltration by ethyl alcohol or benzol) was used. As the weather conditions and the time of day must have great influence, leaves of Blauwen (as a most susceptible variety) were always treated with the same liquid and used as controls. When the stomata were wide open the differences could be noted when alcohol was used; when the opening was small, differences occurred when benzol was employed. 10 leaflets of several plants of the same variety were always examined; for most of the varieties the examination was repeated. Experiments were carried on in sandy soil and in clay soil. In table 38 it is stated for each variety whether the stomata were more, less or as much opened as those of Blauwen.

No correlation is to be seen between the behaviour of the stomata a short time before the outbreak and the degree of resistance in the foliage of the same variety in the field.



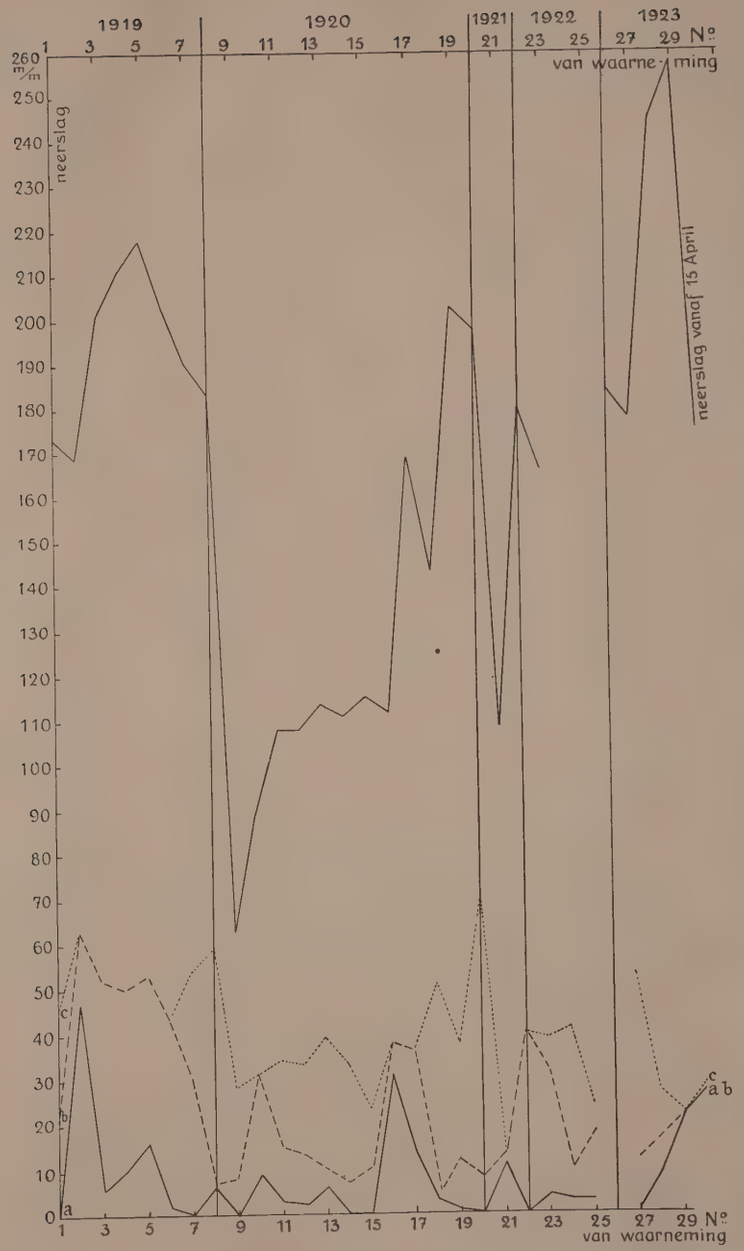
PLAAT II. Invloed van de Temperatuur op het oogenblik van uitbreken van aardappelziekte.
a—k. als Plaat I.

PLATE II. *Influence of the Temperature on the moment of outbreak of potato blight.*
a—k. as Pl. I.



PLAAT III. Invloed van het Maximum [illegible]
van uitbreken van aardappelziekte.
a—k als Pl. I.

PLATE III. *Influence of the Maximum of Relative Humidity* [illegible]
potato blight.
a—k as Pl. I.



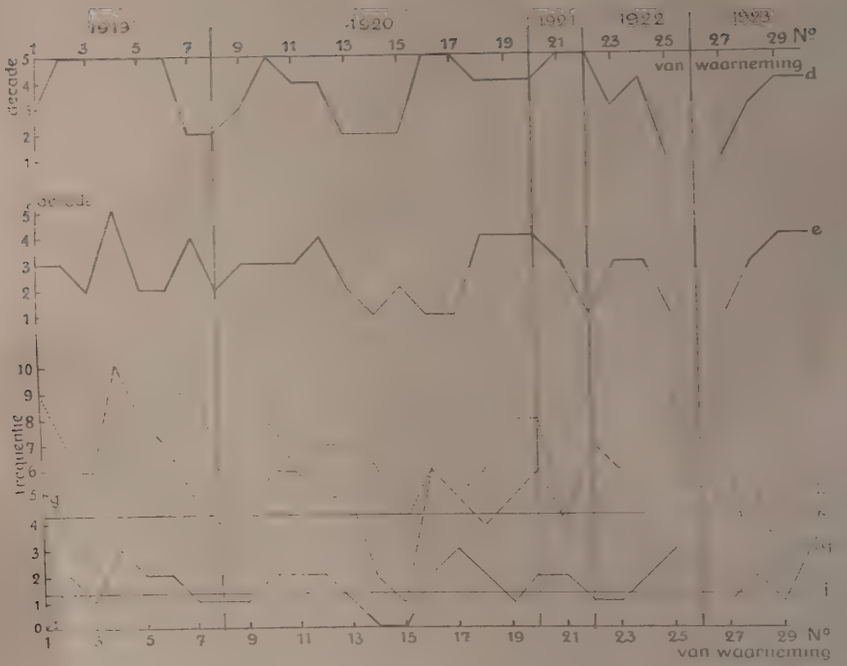
PLAAT V. Invloed van den Neerslag op het oogenblik van uitbreken van aardappelziekte.

a. Hoeveelheid neerslag in de laatste 3 dagen.
b. „ „ „ „ „ „ decade.
c. Grootste hoeveelheid neerslag per decade, die in de 5 decaden is neergevallen.

De bovenste kromme geeft de hoeveelheid neerslag vanaf 15 April.

PL. V. *Influence of the Rainfall on the moment of outbreak of potato blight.*

a. *Quantity of rainfall in the last 3 days.*
b. „ „ „ „ „ „ *10-day period.*
c. *Largest quantity of rainfall per 10-day period occurring in the 5 10-day periods. The upper curve marks the quantity of rainfall from April 15th.*

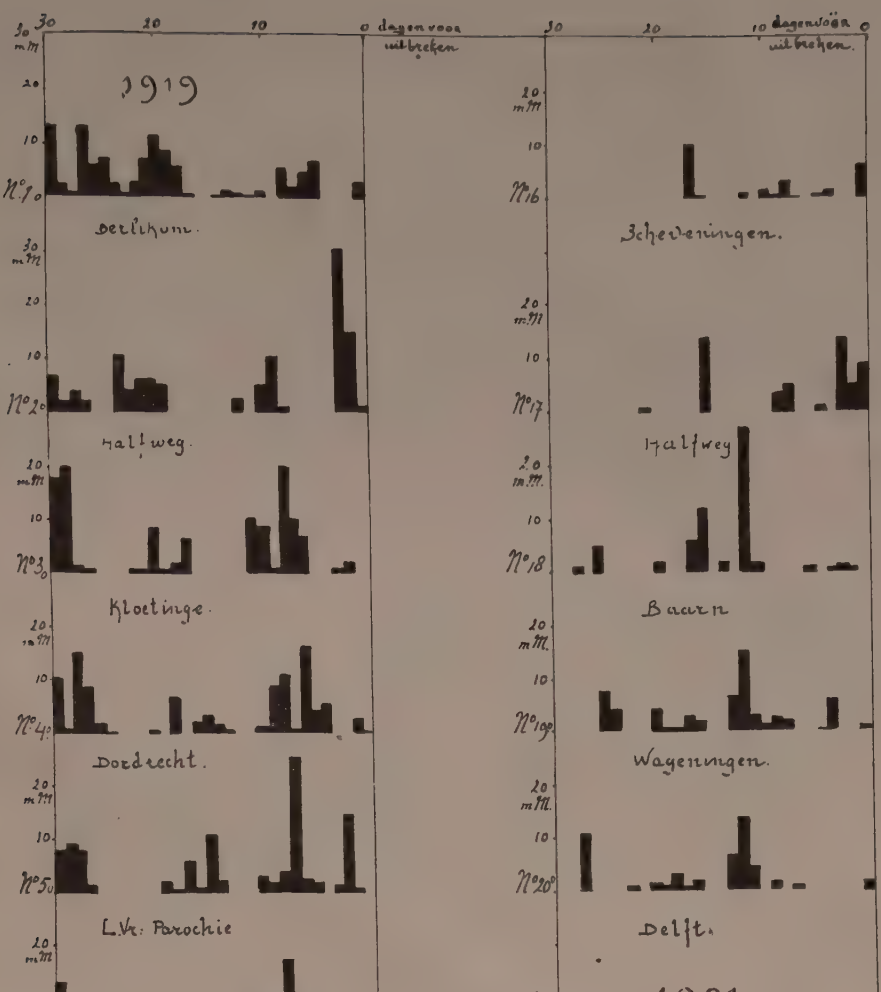


PLAAT VI. Invloed van den Neerslag op het oogenblik van uitbreken van de aardappelziekte.

d. geeft aan in welke decade het maximum van neerslag voor het eerst voorkomt.
e. geeft aan in welke decade de maximale frequentie van dagen met neerslag voorkomt.
f—*k*. als Pl. I.

PL. VI. *Influence of the Rainfall on the moment of outbreak of potato blight.*

d. *marks in which 10-day period the maximum of rainfall occurs for the first time.*
e. *marks in which 10-day period the maximal frequency of days with rainfall occurs.*
f—*k*. *as Pl. I.*

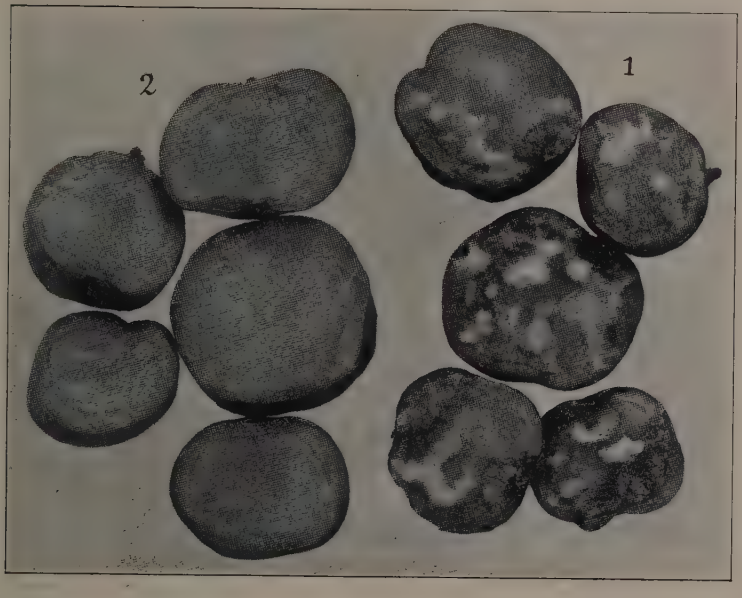


breken van aard-

ato blight

FIG. 1.

FIG. 2.



PLAAT VIII, fig. 1. Bravo (1) en Eigenheimer (2) knollen gelijktijdig in sporensuspensie op het kurkcambium besmet.
fig. 2. Bravo knollen op kurkcambium besmet.
(1) zijn daarna 24 uur in alcoholdamp gebracht.
(2) niet.

PL. VIII, *fig. 1. Tubers of Bravo (1) and Eigenheimer (2) inoculated simultaneously on the cork-cambium.*
fig. 2. Tubers of Bravo inoculated on the cork-cambium.
(1) are kept in alcohol vapour during 24 hours.
(2) not so.

PLAAT IX. fig. 1—6 vergrooting 70 ×.

--- onverkurkte celwanden. —= verkurkte celwanden.

fig. 1. Doorsnee door geinfecteerde lenticel van een knol in klei gegroeid.
z.w. = ziek weefsel door stippeling aangegeven.

fig. 2. Doorsnee door lenticel van een knol in klei gegroeid.

fig. 3—6. Lenticellen in schillen van onrijpe knollen.

fig. 7. Oog van aardappel met prepareer microscoop beschouwd. Vergr. ± 12 ×. Eindknop (a) en zijknop (b).

PL. IX. *fig. 1—6. magnification 70 ×.*

--- non-suberised cell walls. — Suberised cell walls.

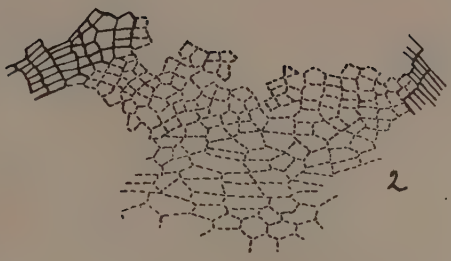
fig. 1. Section through a diseased lenticel of a tuber grown in clay-soil.
z.w. = diseased tissue marked by dotting.

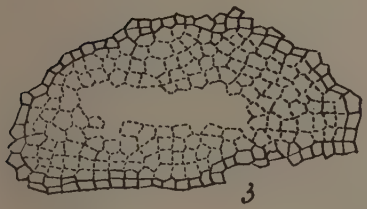
fig. 2. Section through a lenticel of a tuber grown in clay-soil.

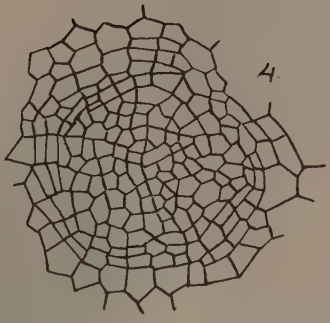
fig. 3—6. Lenticels in the skin of unripe tubers.

fig. 7. Potato eye examined with a dissecting microscope. Magn. ± 12 ×. Middle bud (a) and side bud (b).

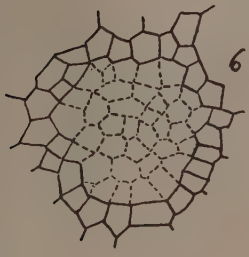
1

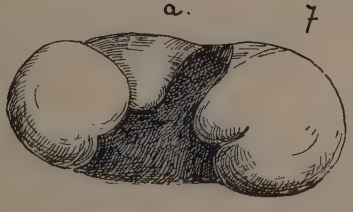

2


3


4

5


6


a. 7

b.

PLAAT X. fig. 1—3. Onverkurkte celwanden zijn met dubbele, verkurkte met gesloten lijn aangegeven. Vergrooting 168 ×.

fig. 1. Doorsnee door een infectievlek op kurkcambium van Bravo na 14 dagen. z.w. = ziek weefsel.

fig. 2. Doorsnee door een lenticel van een knol in klei gegroeid.

fig. 3. Doorsnee door een lenticel van een knol in zand gegroeid.

fig. 4—6. Doorsneden van eenzelfde oog. De kransen der bladachtige organen zijn met Romeinsche cijfers aangegeven (I het eerst aangelegde). Uit de bijgevoegde letter is op te maken of men in opeenvolgende doorsneden met eenzelfde blaadje te doen heeft of met een nieuw van dezelfde rangorde. Arceering geeft meristematisch weefsel aan. k.w. = kurkweefsel. Vergrooting 39 ×.

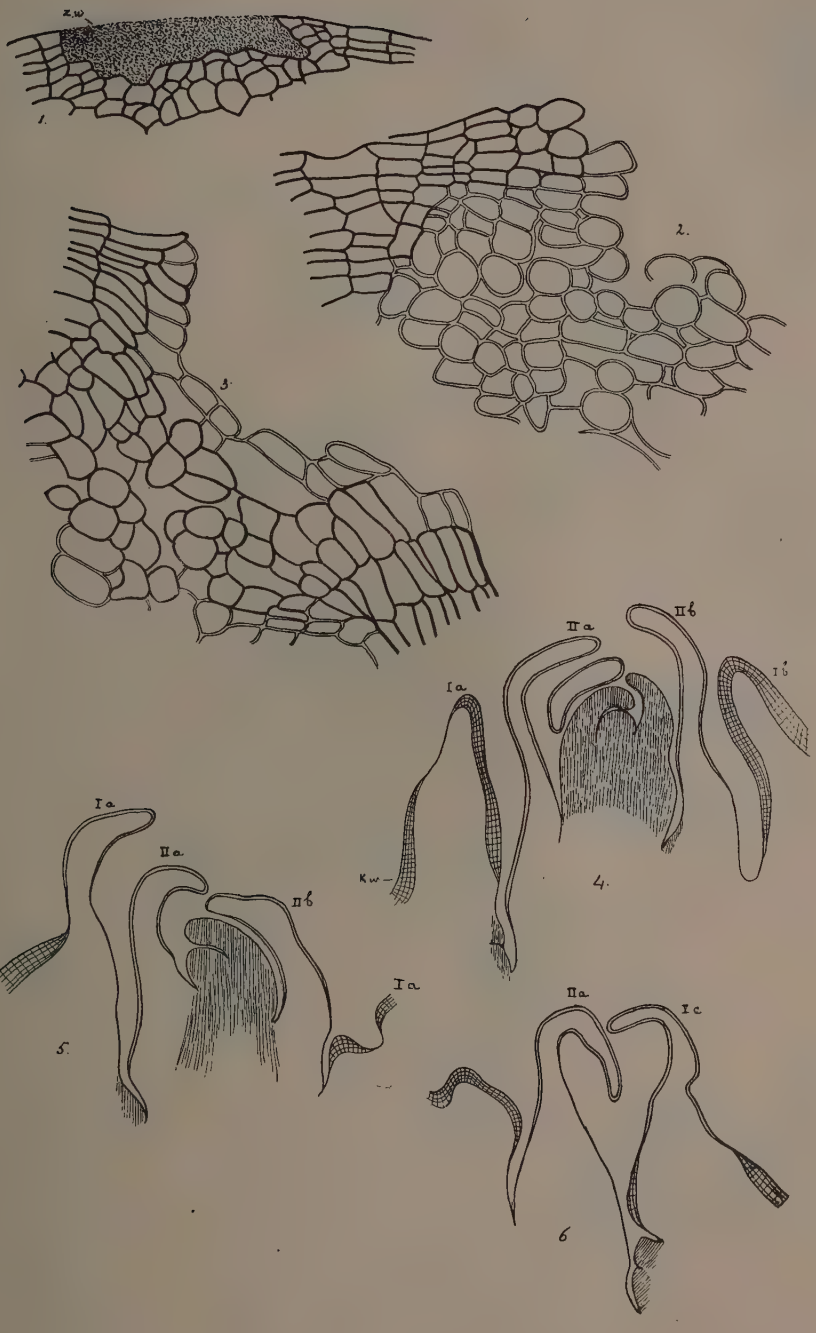
PLATE X. fig. 1—3. *Non-suberised cell walls are marked with double lines, suberised cell walls with a single broad one. Magn. 168 ×.*

fig. 1. Section through a spot on the cork-cambium of Bravo 14 days after inoculation. = z.w. diseased tissue.

fig. 2. Section through a lenticel of a tuber grown in clay-soil.

fig. 3. Section through a lenticel of a tuber grown in sandy soil.

fig. 4—6. Sections through the same eye. Magn. 39 ×.

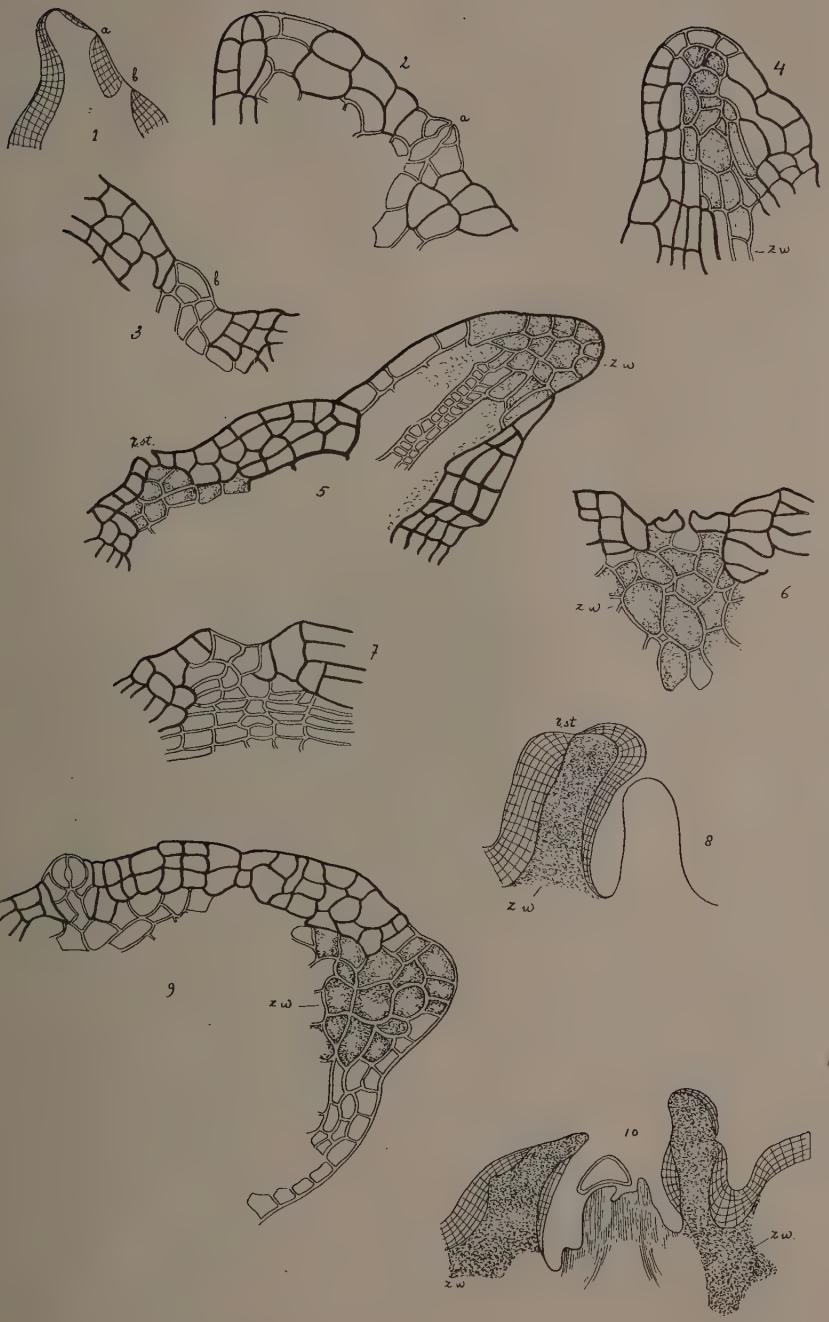

z.w
1.
2.
3.
Ia
IIa
IIb
Ib
Kw
4.
Ia
IIa
IIb
Ia
5.
IIa
Ic
6

PLAAT XI. Ziek weefsel is door z.w. en stippeling aangegeven. In fig. 2—5, 7 en 9 zijn onverkurkte celwanden met dubbele lijnen, verkurkte met één gesloten lijn aangegeven.

fig. 1. Buitenste knopschub. vergr. 39 ×.
fig. 2. *a* uit fig. 1. Vergr. 168 ×.
fig. 3. *b* uit fig. 2. Vergr. 168 ×.
fig. 4. buitenste knopshub met top zonder kurkcellen. Vergr. 168 ×
fig. 5. buitenste knopschub met topzone zonder kurkcellen en rugstoma (r. st.). Vergr. 168 ×.
fig. 6. Rugstoma uit fig. 8. Vergr. 168 ×.
fig. 7. Lenticel in buitenste knopschub. Vergr. 168 ×.
fig. 8. Buitenste knopschub met rugstoma (r. st.) Vergr. 39 ×.
fig. 9. Buitenste knopschub met zieke topzone en gezond weefsel onder rugstoma. Vergr. 168 ×.
fig. 10. Uitbreiding van ziek weefsel binnen oog. Vergr. 39 ×.

PLATE XI. *Diseased tissue has been marked by z.w. and dotting. In fig. 2—5, 7 and 9 non-suberised cell walls are marked by double lines, suberised by a single broad one.*

fig. 1. Outer bud-scale. Magn. 39 ×.
fig. 2. a out of fig. 1. Magn. 168 ×.
fig. 3. b out of fig. 2. Magn. 168 ×.
fig. 4. Outer bud-scale with a top lacking cork-cells. Magn. 168 ×.
fig. 5. Outer bud-scale with a top part lacking cork-cells, and stoma (r. st.) Magn. 168 ×.
fig. 6. Stoma out of fig. 8. Magn. 168 ×.
fig. 7. Lenticel in an outer bud-scale. Magn. 168 ×.
fig. 8. Outer bud-scale with stomata (r. st.). Magn. 39 ×.
fig. 9. Outer bud-scale with a diseased top and sound tissue under a part with stomata. Magn. 168 ×.
fig. 10. Extension of diseased tissue in a bud. Magn. 39 ×.


a
b
1
2
a
4
zw
b
3
zw
zst
5
6
zw
7
zst
8
zw
9
zw
10
zw
zw